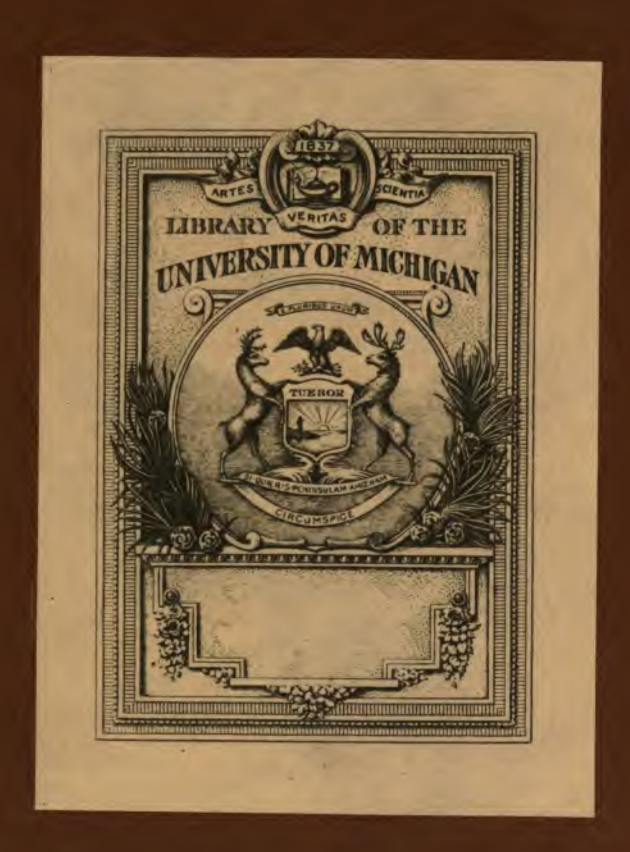
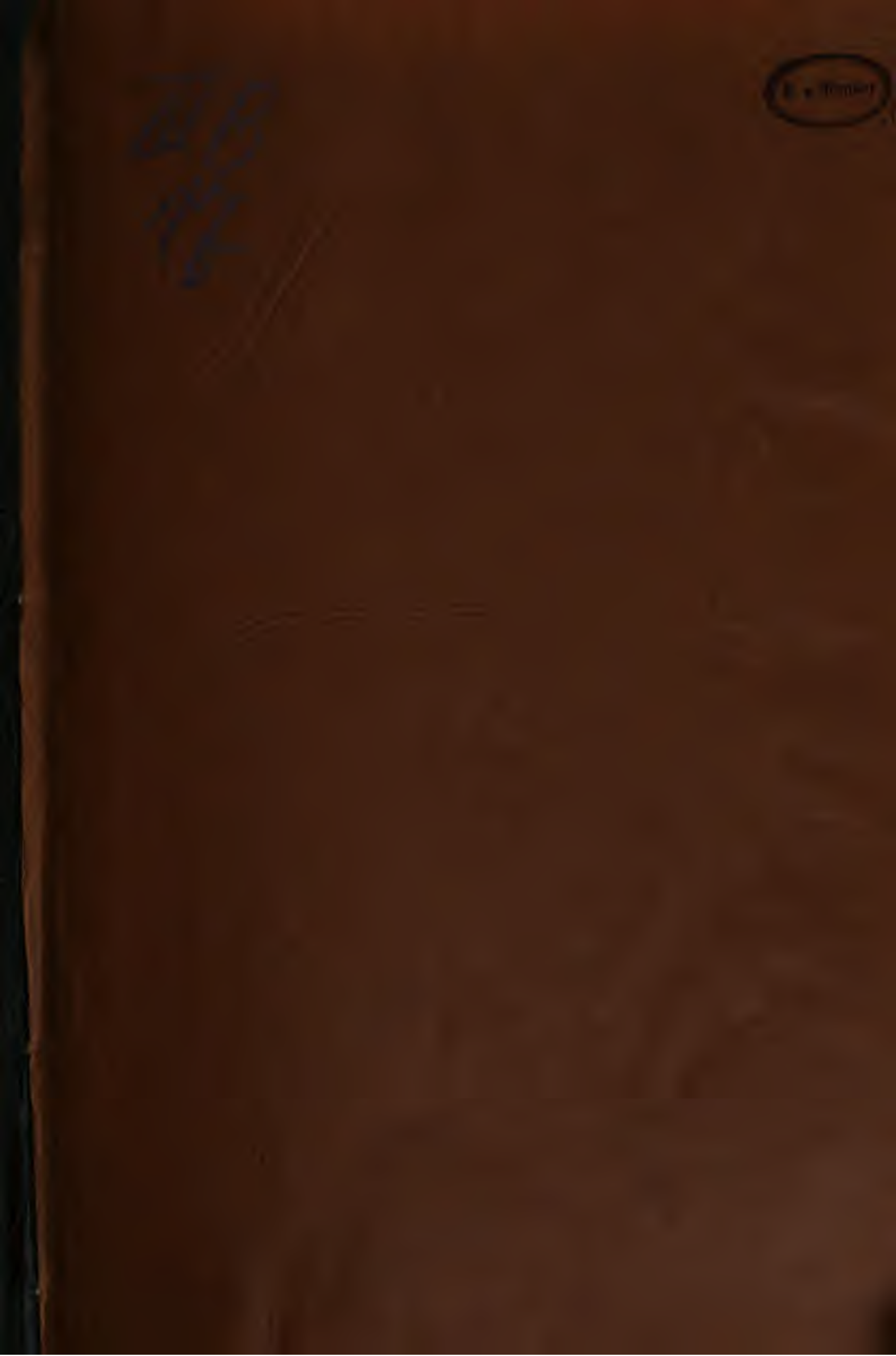

1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE





Die landwirtschaftlichen
Versuchs-Stationen.

Organ für

naturwissenschaftliche Forschungen

auf dem Gebiete der Landwirtschaft.

Unter Mitwirkung

sämtlicher Deutschen Versuchs-Stationen

herausgegeben von

Dr. Friedrich Nobbe,

Geheimer Hofrat, Professor an der Kgl. Akademie und Vorstand der physiologischen Versuchs- und Samenkontroll-Station zu Tharand.

„Concordia parvae res crescunt . . .“



Band XLII. 1893.

Mit 9 Tafeln und 8 Abbildungen im Text.

BERLIN.

VERLAG VON PAUL PAREY.

Verlagshandlung für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.

SW., 10 Hedemannstrasse.

1893.

Inhalt

des

XLII. Bandes der „Landwirthschaftl. Versuchs-Stationen“.

Autoren.

Sachregister.

Allgemeines.

Atmosphäre. Wasser.

Boden. Düngung. Düngungsversuche.

Pflanzenwachstum. Bestandteile der Pflanzen. Vegetationsversuche.

Seite

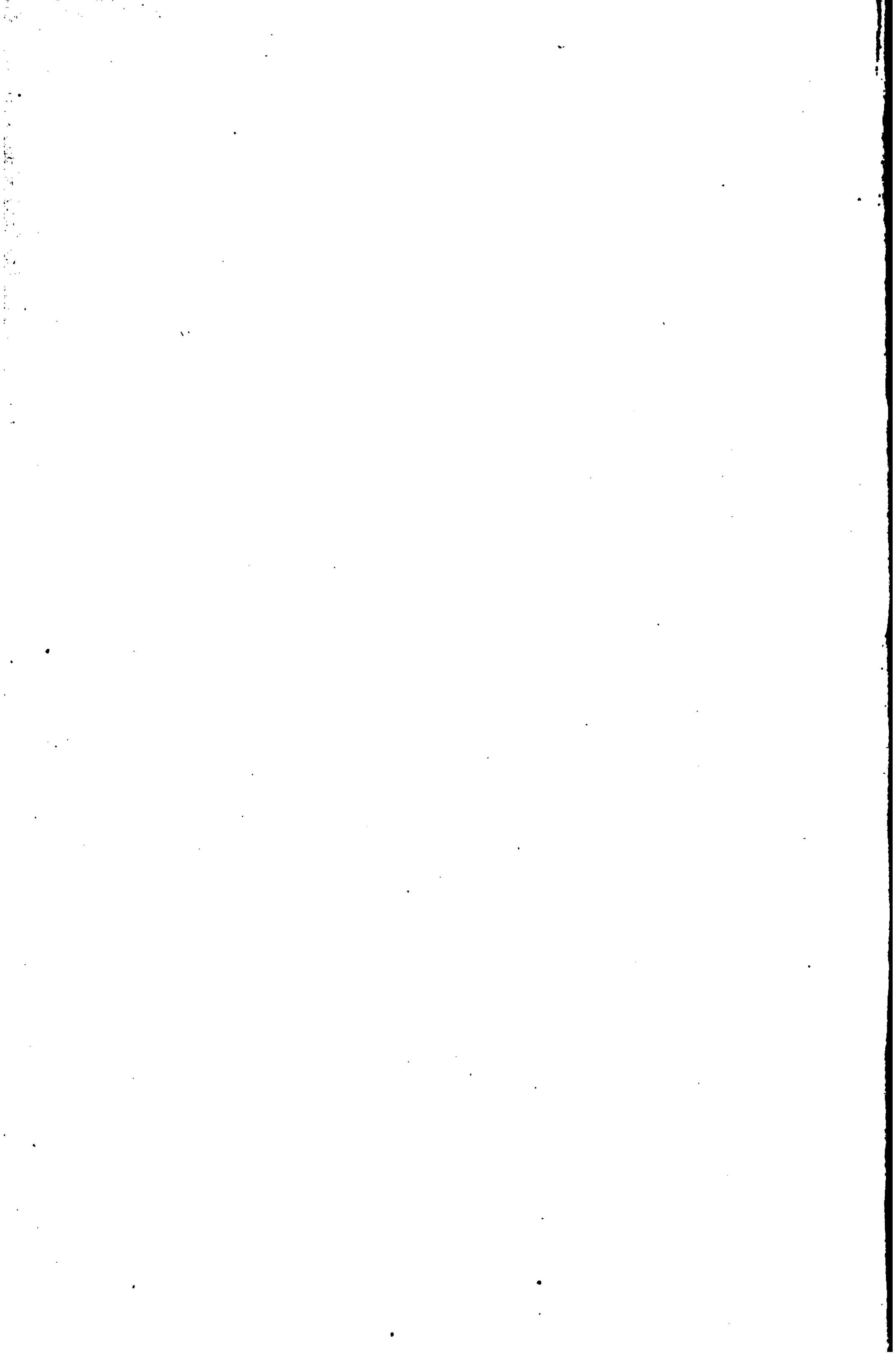
Nahrungs- und Futtermittel. Fütterungsversuche.

Technisches.

Analytisches.

Zur Statistik des landwirtschaftlichen Versuchswesens.

Verband landwirtschaftlicher Versuchs-Stationen im Deutschen Reiche.



Versuche zur Entscheidung der Frage, ob salpetersaure Salze für die Entwicklung der landw. Kulturgewächse unentbehrlich sind.

Ausgeführt an der Reichslandbauschule zu Wageningen (Niederlande)

von

Dr. OTTO PITSCH.

Unter Mitwirkung der Chemiker: anfangs VAN LOOKEREN-CAMPAGNE, später BOXMANN-DIEMONT, und schliesslich VAN HAARST ausgeführten Versuche.

Mit 8 Abbildungen.

II.[1]

Die Weise, wie diese Versuche angestellt wurden, ist in dieser Zeitschrift, Bd. XXXIV, S. 217 ff., ausführlich beschrieben. Zur Orientierung wird deshalb der folgende Auszug, sowie die Abbildung der zu den ersten Versuchen verwendeten Gefässe genügen.

Wie unter der Abbildung bemerkt ist, hat jedes der Kulturgefässe 62 cm Höhe und 25 cm Durchmesser. Dasselbe hat ferner einen doppelten Boden, der obere siebförmig durchlöchert, und auf einer Leiste an der inneren Gefässwand lose aufliegend. Zwischen diesem Doppelboden ist in die Gefässwand ein eisernes, röhrenförmiges Kniestück eingeschraubt, an dessen nach aussen stehendes freies Ende wiederum eine ca. 60 cm lange eiserne Röhre angeschraubt ist, durch welche das Wasser in das Gefäss gebracht wird. Das Wasser muss demnach, um in den Bereich der Pflanzenwurzeln zu kommen, im Boden emporsteigen. Zur Kontrole der Wasserstandshöhe im Boden war bei den früher beschriebenen Versuchen an der der Röhre entgegengesetzten Seite des Gefässes ein Wasserstandsglas angebracht (Fig. 1). Da dieses Glas die Höhe des Wasserstandes im Gefäss nicht immer sicher anzeigte, weil sich zu-

[1]) Fortsetzung der in Bd. XXXIV, S. 217 f. mitgeteilten.

weilen in der engen Glasröhre Luft ansammelte, welche durch das im Boden aufsteigende Wasser nicht wieder verdrängt wurde, ist bei den folgenden Versuchen das Wasserstandsglas weggelassen und die 60 cm lange eiserne Röhre durch eine Glasröhre ersetzt. Mit dem eisernen Kniestücke wurde die Glasröhre durch ein kurzes Stück eines dickwandigen Kautschukschlauches verbunden. Da sowohl während der Erwärmung des Gefässes im Ölbade, als auch während der ganzen Dauer des Versuches das Kautschuk um Glasröhre und Kniestück luftdicht schliessen musste, wurde es oben und unten mit Kupferdraht umwunden und dann mit Flachs dick umwickelt. Letzterer sog sich im

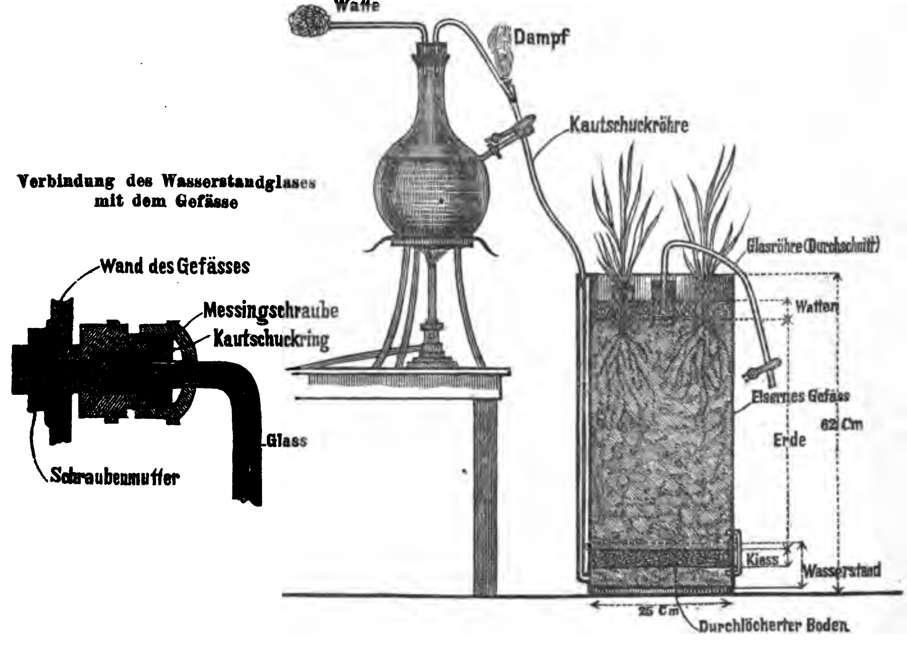


Fig. 1. Cylindergefäss aus Eisenblech, verzinnt, 62 cm hoch, 25 cm Durchmesser. Ein paar Centimeter oberhalb des Bodens ist an der Innenseite der Gefässwand ein eisernes Band befestigt, auf welchem eine siebförmig durchlöcherte Scheibe von Eisenblech zu liegen kommt. Durch die Siebmaschen kann Grand nicht hindurchfallen. Zwischen diesem Doppelboden ist in die Gefässwand ein röhrenförmiges Kniestück geschraubt, in dessen nach aussen stehendes freies Ende wiederum eine Eisenröhre eingeschraubt ist, welche mit dem oberen offenen Ende ungefähr in gleicher Höhe mit dem Rande des Gefässes steht, und durch welche sich Wasser unten in das Gefäss bringen lässt. An der anderen Seite des Gefässes ist unten ein Wasserstandsglas angebracht (2 kleine eingeschraubte Messingröhrchen durch eine Glasröhre verbunden). Die Glasröhre ist an beiden Enden rechtwinklig umgebogen, auf jedes Ende erst eine Schraubenmutter und dann ein Kautschuckring geschoben, die beiden Enden in die Öffnungen der in die Wand geschraubten Messingröhren geschoben und nun die Schraubenmutter auf diese fest angeschraubt, so dass der eingeklemmte Kautschukring einen luftdichten Abschluss zu stande brachte (vgl. Nebenzeichnung).

Ölbade voll Öl, wodurch das Kautschuk ausgezeichnet konserviert und ein vollkommen luftdichter Verschluss erhalten wurde. Dem Zerschlagen der Glasröhre wurde dadurch vorgebeugt, dass zu beiden Seiten derselben am Gefässe ein paar Streifen verzinntes Eisenblech befestigt wurden. Zwischen diesen Streifen wurde die Röhre dadurch aufrechtstehend gehalten, dass durch in denselben angebrachte Löcher Bindfaden gezogen und hiermit auch die Röhre umwickelt wurde.

Wie früher bereits bemerkt, liegt das Charakteristische der zu beschreibenden Versuche hierin, dass die Salpeterbildung im Boden unmöglich gemacht war und der Erde stets vor der Düngung die gesamte Stickstoffmenge, welche darin in Form von Salpetersäure enthalten war, auf folgende Weise entzogen wurde.

Auf den Siebboden des Gefässes wurde eine dünne Schicht Kies, über diese eine dünne Schicht Sand — Kies und Sand waren durch Salzsäure und nachheriges Auswaschen mit destilliertem Wasser ihrer Nährstoffe beraubt — gebracht und darauf das Gefäss mit der Erde gefüllt, worin später die Pflanzen wachsen sollten. Die Füllung fand nur soweit statt, dass für eine dicke Watteschicht genügend Raum blieb. Nachdem die Oberfläche des Bodens mit letzterer bedeckt war, wurde durch die Glasröhre unten in das Gefäss eine gewisse Menge destilliertes Wasser (z. B. 1 l) gebracht und darauf das Gefäss in das Ölbad gesetzt. In letzterem hing dasselbe frei, da die daran befindlichen Handgriffe auf dem Gefässrande des Ölbades auflagen.

Das Ölbad wurde auf 120°—140° C. gebracht, wodurch nach ca. 2—3 Std. die Erde im Gefässe überall auf 100° C. erwärmt wurde. Der Eintritt dieser Temperatur kündigte sich durch kräftiges Entweichen von Wasserdampf und durch einen eigentümlichen Erdgeruch an.

Nachdem die Erde längere Zeit — wenigstens 2 Std. — auf 100° C. gehalten war, wurde das Gefäss aus dem Ölbade genommen und der Boden noch warm mit destilliertem Wasser extrahiert, weil die vollkommene Extraktion der salpetersauren Salze im warmen Boden schneller stattfindet. Zu diesem Zwecke wurde die am Gefässe angebrachte Glasröhre mit dem einen Arme eines Glashebels verbunden, dessen anderer Arm in eine ca. 70 l fassende grosse Glasflasche reichte, und das Wasser langsam übergehebelt. Obschon die Extraktion im allgemeinen um so schneller und sicherer von Statten geht, je langsamer

das Wasser im Boden aufsteigt, konnte man letzteres im vorliegenden Falle doch ziemlich schnell aus der Flasche in das Gefäss überlaufen lassen, weil es sich beim Aufsteigen im Boden über eine Fläche von ungefähr 530 qcm ausbreiten musste, das Aufsteigen also auch so noch sehr langsam stattfand. Hierin liegt auch der Grund, weshalb bei diesen grossen Gefässen dem Boden die salpetersauren Salze mit relativ viel weniger Wasser und weit rascher entzogen werden, als bei Anwendung kleinerer Gefässe.

Um einem Aufschlämmen des Bodens vorzubeugen, wurde die Oberfläche desselben vor der Extraktion mit einer durchlöcherten Scheibe von galvanisiertem Eisenblech bedeckt und auf diese eine Schicht sterilisierten Kieses gebracht. Wir liessen das im Boden aufsteigende Wasser so lange über den Rand des Gefässes laufen, bis das über der Bodenfläche stehende Wasser mit Diphenylamin keine Reaktion auf Salpetersäure mehr gab. Die Reaktion selbst geschah, indem von der zu untersuchenden Flüssigkeit eine geringe Quantität in ein sehr sorgfältig ausgespültes Reagensglas gebracht und zu derselben ein Tropfen konz. Diphenylaminlösung hinzugefügt wurde. Sodann liess man konz. Schwefelsäure langsam längs der inneren Wand des schräg gehaltenen Reagensgläschens laufen, so dass also die Schwefelsäure unter die Flüssigkeit zu liegen kommt. Ein blauer Ring beweist dann das Vorhandensein von Salpetersäure. Die Reaktion ist bekanntlich äusserst empfindlich; wenn man das Glas nicht sehr sorgfältig auswäscht, erhält man auch mit destilliertem Wasser fast immer eine Reaktion. Auch waren wir genötigt, sehr häufig frische Diphenylaminlösung zu machen, da einer solchen Lösung, wenn sie einige Zeit steht, nicht mehr zu trauen ist.[1])

War die Extraktion der salpeters. Salze aus dem Boden beendet, so wurde das Wasser aus dem Gefässe, soweit das möglich, wieder entfernt. Zu diesem Ende wurde der eine Arm eines aus einer dünnen Glasröhre gebildeten Hebels in die mit dem Gefässe verbundenen Glasröhren geschoben und das Wasser langsam übergehebelt. Im Boden bleibt jedoch noch so viel

---

[1]) In den letzten Jahren brachten wir in das Reagensglas ein wenig der zu untersuchenden Flüssigkeit, liessen in diese ein paar kleine Kryställchen von Diphenylamin fallen und gossen dann Schwefelsäure in das senkrecht gehaltene Reagensglas.

Wasser zurück, dass dasselbe beim nun wiederum erfolgenden Erwärmen im Ölbade auf dessen Oberfläche zu stehen kommt, wenn man dagegen keine Vorsorgsmassregeln nimmt. Letztere bestanden hierin, dass über das freie Ende der Glasröhre des in's Ölbad gehängten Gefässes ein Kautschukschlauch geschoben und mit diesem eine Glasröhre verbunden wurde, durch welche das vor dem Beginn des Kochens sich unten im Gefässe ansammelnde Wasser abfloss. War auf diese Weise Wasser in ausreichender Menge abgeflossen, so wurde der Kautschukschlauch durch einen Quetschhahn geschlossen und der Wasserdampf gezwungen, durch die Frde zu entweichen, welche dadurch wieder in ihrer ganzen Masse, samt der sie bedeckenden Watteschicht, auf 100° C. erwärmt wurde. Das Gefäss blieb solange im Ölbade, bis der Boden ausreichend abgetrocknet war, um ihn später vollkommen gleichmässig mit dem Dünger mengen zu können.

Da, wie gesagt, auch die auf der Bodenoberfläche liegende dicke Watteschicht soweit sterilisiert wurde, dass darin event. vorhandene Salpeterbakterien sicher getötet wurden, konnte das aus dem Ölbade genommene Gefäss ruhig einige Zeit stehen, ohne dass Salpeterbildung im Boden zu befürchten wäre. Zur grösseren Sicherheit überdeckten wir das Gefäss noch mit einer über den Rand überhängenden Wattenlage. Bei den Versuchen der letzten 4 Jahre blieben die Gefässe auf diese Weise so lange stehen, bis alle für einen Versuch bestimmten Gefässe vorbereitet waren. Hierdurch erreichten wir den Vorteil, dass die Erde der verschiedenen Gefässe mit einander vermengt und so eine grössere Gleichheit in Bodenmischung und Struktur erhalten wurde. Beiläufig bemerkt, untersuchten wir ein paar Mal die Erde nach dem Stehen durch Wiederholung der Extraktion der ganzen Masse in obiger Weise auf Salpetersäure; eine Bildung letzterer hatte niemals stattgefunden.

Kurz vor der Aussaat wurde der Boden des (oder der) Kulturgefässes in ein grosses, flaches Menggefäss von Holz geschüttet. Dasselbe besteht aus einem gut gefugten, glatt gehobelten Bretterboden mit an den Seiten aufstehendem niedrigem Brettrande und ist mit Ölfarbe bestrichen. In diesem Gefässe wurde die Erde tüchtig durchgearbeitet und dann mehrere Proben zur Bestimmung des Wassergehaltes genommen. Darauf wurde die Erde wieder in die Gefässe zurückgebracht, fest eingedrückt

und mit Watte bedeckt, um einer Verdunstung von Wasser möglichst vorzubeugen. Am anderen Morgen, nachdem der Wassergehalt des Bodens bestimmt war, wurde die oberste, etwas abgetrocknete Erdschicht jedes Gefässes weggenommen und dann die Erde wiederum in das Menggefäss geschüttet, worin sie nun mit dem Dünger gleichmässig gemengt wurde. Die Düngermenge wurde auf den bei 100 bis 110° C. getrockneten Boden berechnet.

Nach der Vermengung der Erde mit dem Dünger wurde dieselbe wiederum in's Gefäss gefüllt, in welchem die Kies- und Sandschicht auf dem Boden zurückgelassen war, und nun das Gefäss so hergerichtet, dass eine Infektion des Bodens durch Salpeterbakterien während des Wachstums der Pflanzen verhindert wurde.

Wir bemerken noch, dass für jeden Versuch erst diejenigen Gefässe hergestellt wurden, in welchen der Boden mit Ammoniak gedüngt wurde, und danach diejenigen, in denen die Erde eine Salpeterdüngung erhielt. Vor Herstellung der Gefässe jedes neuen Versuches wurde das Menggefäss mit destiliertem Wasser tüchtig abgespült.

Versuche des Jahres 1886/87.

Für die Versuche dieses Jahres wurde ebenso wie früher ein humushaltiger Sandboden gewählt. Der Humusgehalt (richtiger Glühverlust) des bei 100—110° C. getrockneten Bodens ist nicht bestimmt, derselbe wird jedoch, wie die spätere Untersuchung eines gleichen Bodens ergab, ca. 2.1 % betragen haben. Auch eine Schlämmanalyse des Bodens ist unterblieben. Der Boden wurde durch ein Sieb mit 5 mm-Löchern gesiebt, wodurch sowohl eiue bessere Mengung erzielt, als auch Steinchen entfernt wurden. Auf die gleichmässige Mengung der Erde wurde selbstverständlich die äusserste Sorgfalt verwendet. Der Nährstoffgehalt des Bodens betrug an:

Gesamtstickstoff	0.117 %	(nach Kjeldahl bestimmt)
Salpetersäure	0.0076 „	(nach Schlösing „
Phosphorsäure	0.24 „	
Kali	0.0814 „	

Was die Fertigstellung der Gefässe betrifft, ist Obigem noch Folgendes beizufügen. Nach der Düngung der sterilisierten und ihrer Salpetersäure vollkommen beraubten Erde wurde

diese in das Gefäss gefüllt, unter fortwährendem kräftigem Aufstossen desselben. Bei der Einfüllung blieb ein ausreichender Raum frei, um die Oberfläche des Bodens mit einer dicken Wattelage bedecken zu können. Die weitere Herrichtung der Gefässe stimmte mit der früher mitgeteilten in der Hauptsache überein und war für die Halmgewächse und die Bohnen (siehe später) dieselbe.

In der Mitte der Bodenoberfläche (Fig. 1) wurde eine ca. 20 cm lange und 2 cm weite Glasröhre einige Centimeter tief senkrecht in die Erde gedrückt. Das aus dem Boden hervorstehende Ende dieser Röhre war mit einem Korke geschlossen; durch eine Durchbohrung des letzteren war eine dünne Glasröhre geschoben und unterhalb des Korkes eine dicke Watteschicht angebracht, aus welcher die dünne Glasröhre hervorragte. Über das nach oben gerichtete Ende dieser dünnen Glasröhre war ein Kautschukschlauch geschoben, dessen freies Ende mit einem Quetschhahn geschlossen war. Vor dem Eindrücken dieser Glasröhre in den Boden wurden alle Teile derselben mit destill. Wasser abgewaschen und mit Wasserdampf sterilisiert.

Ferner wurden 3 weitere Glasröhren von 2 cm innerem Durchmesser senkrecht in den Boden gedrückt und so auf der Oberfläche desselben verteilt, dass sie gleich weit von einander in einiger Entfernung von der Gefässwand standen. Diese Glasröhren bestanden aus zwei Stücken von ungefähr gleicher Länge; an der Stelle, wo sie an einander stiessen, war ein luftdichter Verschluss herbeigeführt durch einen Streifen nasser Schweinsblase, welcher bei langsamem Trocknen vollkommen am Glase klebte.

Der Grund, weshalb diese Röhren aus zwei Teilen bestanden, lag darin, dass die jungen Keimpflanzen dann eine ziemliche Höhe erreichen konnten, bevor der Wattepfropfen, womit das aus dem Boden stehende Ende der Röhre geschlossen war, weggenommen zu werden brauchte, während bei Wegnahme des oberen Theiles der Glasröhre ein kürzeres Stück der Pflanzen durch die im Boden zurückbleibende Röhre umschlossen blieb.

Zwischen die in der Bodenoberfläche steckenden Glasröhren und zwischen diese und die Wand des Kulturgefässes wurde nun eine dicke Lage Watte gebracht. Auf die Gefahr hin, dass die Durchlüftung des Bodens zu wünschen lassen würde, wurde die von der geleimten Haut vorher befreite Watte immer auf's

Neue von den Seiten nach der Mitte des Gefässes zusammengedrückt und neue Watte in den frei werdenden Raum mit einem Glasstabe oder einem Metallspatel hineingedrückt. Diese Wattepackung war einige Centimeter dick und verhütete, wie die Erfahrung gelehrt hat, eine Infektion durch Salpeterbakterien vollkommen. Wie schon erwähnt, wurden die freien Enden der Glasröhren mit einem dicken Wattepfropfen geschlossen.

Durch die Glasröhre an der Aussenseite des Gefässes wurde nun je nach Bedürfnis $1/2$ oder 1 Liter destilliertes Wasser gegossen, welches also unten in das Gefäss einfloss. Darauf wurde in die Öffnung dieser Röhre eine dünnere Glasröhre luftdicht schliessend geschoben. Der luftdichte Verschluss wurde einfach dadurch erhalten, dass über das untere Ende der dünnen Glasröhre ein kurzes Stück eines Kautschukschlauches geschoben wurde, so dass die mit diesem umgebene dünne Glasröhre nur mit grosser Mühe in die Öffnung der grösseren geschoben werden konnte. Zum Überfluss wurde die Röhre an dieser Stelle noch mit Watte umwunden. Mit dem nach oben stehenden Ende der dünneren Glasröhre wurde sodann ein längerer Kautschukschlauch verbunden (Fig. 1), welcher mit destilliertem Wasser ausgewaschen und durch längeres Hindurchleiten von Wasserdampf sterilisiert war. Das freie Ende des Kautschukschlauches wurde durch einen Quetschhahn geschlossen. Das so hergerichtete Kulturgefäss wurde in das Ölbad gebracht. Um die Erwärmung dieses Bades, welches auf einem starken eisernen Dreifuss stand, zu beschleunigen, war dasselbe mit einem weiteren, lose auf dem Boden stehenden Cylindermantel umgeben, welcher das Ölbad in Höhe etwas überragte und beliebig weggenommen werden konnte. Sobald nun das Gefäss ins Ölbad gebracht war, wurde oben über dasselbe und ebenso über die obere Öffnung des Cylindermantels Watte gedeckt. Auf diese Weise wurden zugleich mit dem Kulturgefässe die in demselben stehenden Gläser — bei den später zu beschreibenden Gefässen auch die oben auf der Bodenoberfläche aufliegenden Wasseranfuhrröhren — längere Zeit auf mindestens 100° C. erwärmt, also event. vorhandene Salpeterbakterien sicher getötet. Um das Schmelzen der Kautschukschläuche zu verhüten, mussten dieselben mit Watte dick umwickelt werden. Nachdem der Boden nun wiederum durch längere Zeit durch denselben ausströmenden Wasserdampf auf 100° C. erwärmt worden war, wurde das Gefäss aus

dem Ölbade genommen, nach genügender Abkühlung der Erde das erforderliche Wasser zugefügt und dann zur Aussaat geschritten.

Die Destillation des gebrauchten Wassers fand mit der äussersten Sorgfalt statt und wurde vor dem Gebrauche mit Bezug auf eine Salpeterreaktion wiederholt geprüpft. Bei der Füllung des Destillierkessels wurde in diesen etwas Natronlauge gebracht und erst solange abdestilliert, bis das abdestillierte Wasser nicht mehr auf Ammoniak und Salpetersäure reagierte. Die grossen ± 70 l fassenden Flaschen wurden während und nach der Destillation mit Wattepfropfen geschlossen. Wie es kommt, weiss ich nicht: aber das destillierte Wasser zeigt nach längerem Stehen zuweilen eine schwache Blaufärbung bei Anwendung der Diphenylaminreaktion. Entstand in solchem Falle bei uns ein Zweifel darüber, ob das Wasser frei von Salpetersäure sei, so wurde ein Liter desselben eingedampft unter Zufügung von gereinigtem kohlensaurem Natron und mit Schwefelsäure und schwefelsaurem Eisenoxydul auf Salpetersäure geprüft.

Dem Boden des Kulturgefässes wurde das destillierte Wasser vermittelst einer 3 l fassenden Kochflasche gegeben, welche (Fig. 1) durch einen mit zwei Glasröhren durchbohrten Kautschukpfropfen geschlossen war. Die aus der Flasche herausstehenden Enden der Röhren waren umgebogen. Das Ende der einen Röhre war mit Watte geschlossen, das der anderen mit einem Kautschukschlauche verbunden, in dessen freies Ende ein kurzes, in eine offene Spitze ausgezogenes Glasröhrchen geschoben war. Vor dem Gebrauche wurde das Wasser in der Kochflasche zum Kochen gebracht, so dass Wasserdampf aus beiden Glasröhren mit Kraft ausströmte. Darauf wurde die Kochflasche auf dem Dreifusse so gestellt, dass der Kautschukschlauch derselben mit dem an der Glasröhre des Kulturgefässes befindlichen Kautschukschlauche verbunden werden konnte. Bevor diese Verbindung thatsächlich geschah, wurde das kurze offene Ende — oberhalb des Quetschhahnes — des Kautschukschlauches am Kulturgefässe dadurch sterilisiert, dass in dasselbe Wasserdampf 15—20 Min. kräftig einströmte. Sodann wurde noch während des Ausströmens des heissen Dampfes die Röhrenspitze des Schlauches der Kochflache in das offene Ende des Schlauches des Kulturgefässes geschoben und hierdurch eine luftdicht schliessende Verbindung beider erzielt. Nach Abkühlung des Wassers wurde der Quetsch-

hahn des unteren Schlauches geöffnet und Wasser aus der Kochflasche in das Gefäss langsam übergegossen.

Es ist noch zu bemerken, dass das erste Mal die Wasserzufuhr zum Boden nicht durch die an der Seite des Gefässes befestigte Glasröhre geschah, sondern durch den Kautschukschlauch, welcher mit der mitten auf der Oberfläche des Bodens im Gefässe stehenden Glasröhre verbunden war (Fig. 1). Die Erfahrung hatte nämlich gelehrt, dass Wasser in der ziemlich trockenen Erde zu langsam aufsteigt, um die Keimung der Samen durch vom Boden des Gefässes in der Erde kapillär aufsteigendes Wasser zu sichern. Es wurde also bei der ersten Wasserzufuhr der Kautschukschlauch der Kochflasche, wie oben beschrieben, mit genanntem Kautschukschlauche verbunden, die Flasche auf einen Strohkranz gelegt und der Quetschhahn soweit geöffnet, dass das Wasser tropfenweise auf die Erdoberfläche fiel. So wurde dem Boden $1^1/_2$—2 l Wasser zugeführt.

Das übrige Wasser wurde vermittelst der an der Aussenseite des Gefässes befestigten Röhre in das Gefäss gebracht, musste also im Boden kapillär aufsteigen. Hiermit war der Vorteil verbunden, dass die Oberfläche des Bodens relativ trocken war, so dass es fraglich war, ob bei einer Infektion der Bodenoberfläche mit Salpeterbakterien diese sich hier wohl vermehrt haben würden. Eine Infektion bei der Zufuhr von Wasser in das Gefäss war vollständig ausgeschlossen, weil nach jeder neuen Füllung der Kochflasche das destillierte Wasser stets längere Zeit gekocht wurde, das Wasser durch eine überall luftdicht schliessende Röhre in das Kulturgefäss floss, während die beim Auslaufen des Wassers aus der Kochflasche in diese dringende Luft durch sterilisierte Watte strömen musste.

Um die Pflanzen mit Bezug auf ihre Wasserversorgung unter dieselben Wachstumsbedingungen zu bringen, wurde durch die mit dem Inneren des Gefässes kommunizierende Glasröhre so lange Wasser in das Gefäss gebracht, bis dieses im unteren Teile der Röhre sichtbar wurde, und dieser Wasserstand während des Wachstums der Pflanzen auf derselben Höhe gehalten. Allerdings musste hiervon später, wie wir sehen werden, abgewichen werden.

Nach der Versorgung der Gefässe mit Wasser wurde zur Saat geschritten. Die sorgfältig ausgelesenen Samen wurden tags zuvor mit destilliertem Wasser abgespült und dann bis

zum folgenden Tage in destiliertem Wasser eingeweicht. Unmittelbar vor dem Aussäen wurden dann die gequollenen Samen aus dem Wasser in eine Sublimatlösung von 2 $^0/_{00}$ gebracht, worin sie 4 Min. liegen blieben, und dann mit vorher gekochtem destilliertem Wasser abgespült. Sodann wurde der Wattepfropfen von einer der Glasröhren (Fig. 1) weggenommen, der Same in den Boden gebracht und die Glasröhre wiederum mit einem sterilisierten Wattepfropfen geschlossen. Die Pflanzlöcher wurden bei den ersten Versuchen einfach mit einem Glasstabe gemacht, welcher natürlich in der Gasflamme nach Einbringen der Samen in jede Glasröhre sterilisiert wurde. Bei den späteren Versuchen wurde etwas zweckmässiger, folgendermassen verfahren. In ein nicht zu enges Glasrohr wurde ein passender Glasstab soweit hineingeschoben, bis am unteren Ende Glasstab und Röhre in derselben Ebene lagen, während der längere Glasstab aus dem oberen Ende des Rohres herausragte. Die Glasröhre mit dem darin festgehaltenen Stabe wurde nun auf die gewünschte Tiefe in den Boden gedrückt, dann der Stab aus der Röhre gezogen, der Same durch die letztere mittelst des Glasstabes in das Pflanzloch gebracht, die Röhre aus dem Boden gezogen und der Samen mit dem Glasstabe mit Erde bedeckt. So wurden je 3 Getreidesamen in jede der 3 Glasröhren in den Boden gebracht.

Alle gebrauchten Geräte wurden stets in der Gasflamme sterilisiert, während wir uns vor dem Säen die Hände mit der genannten Sublimatlösung wuschen.

Nach der Saat wurden die Kulturgefässe bei den ersten Versuchen mit grauem Bordpapier umgeben, um eine zu starke Erwärmung der Metallgefässe durch die Sonne zu verhindern. Bei den späteren Versuchen wurden die Gefässe in oben offene Holzkasten gestellt, deren Vorderseiten durch eine Schiebethüre geöffnet und geschlossen werden konnten. Solange die Gefässe während des Wachstums nicht gewogen zu werden brauchten, wurde der freie Raum der Holzkasten mit Strohhäcksel gefüllt, jedoch so, dass die Glasröhre sichtbar blieb, die Höhe des Wasserstandes also beobachtet werden konnte. Als später das Wägen der Gefässe notwendig wurde, wurden die Holzkasten mit einem eng um die Gefässe schliessenden Holzdeckel bedeckt, welcher aus zwei Hälften bestand und somit ohne Beschädigung der Pflanzen weggenommen werden konnte.

Jedes der zwei Glashäuschen, worin die Gefässe standen, ist nicht ganz 2 m breit, 2,7 m lang und 2,5 m hoch und mit einem flachen Glasdache versehen. Bis auf den unteren, ungefähr 70 cm hohen Teil, bestehen alle Wände aus Glasfenstern, welche sämtlich, ebenso wie die unteren Teile der Wände, geöffnet werden können. Die Fenster der Seitenwände drehen um Charniere, welche unterhalb des unteren Dachrandes liegen, gehen somit nach oben offen. Dies ist gegenwärtig auch mit den Fenstern des hinteren Giebels der Fall, während an den Ecken des Glashauses breite Klappen aus Fensterrahmen angebracht sind, so dass ein Einregnen verhindert wird und die Fenster Tag und Nacht offen stehen können. Um das Hineinfliegen von Vögeln zu verhindern, sind die Seitenwände von Innen mit grobmaschigen Fischnetzen bekleidet. In den Häuschen ist Gasleitung angebracht, so dass auch das Wasser der Kochflaschen darin zum Kochen gebracht werden kann. Die Kulturgefässe waren in dem Glashause an der Nordseite aufgestellt, während die mit denselben verbundenen Kochflaschen auf einem höher angebrachten Brette auf Strohkränzen standen. Nach dieser Beschreibung der Versuchsanstellung können wir zur Mitteilung der Versuchsresultate übergehen.

I. Wintergerste.

In 6 Gefässe wurde Groninger Wintergerste ausgesäet, beiläufig vielleicht die beste Wintergerste, welche wir besitzen; auf dem hiesigen Versuchsfelde wenigstens übertrifft ihr Ertrag den aller übrigen hier angebauten Sorten entschieden, wozu kommt, dass sie hier auch den Winter am besten verträgt. Eine Eigentümlichkeit derselben ist weiter, dass sie, im Frühjahre zeitig ausgesäet, sich auch sehr gut als Sommergerste anbauen lässt und dann verglichen mit den Varietäten der Sommergerste sich durch einen hohen Ertrag auszeichnet. In den Niederlanden nennt man die als Sommergewächs kultivierte Wintergerste „Maarte Gerst“ (Märzgerste). Sie gehört zu der Gruppe der vierzeiligen Gersten.

Die Düngung der verschiedenen Gefässe, die Ernte etc. wird aus den folgenden Übersichten ersichtlich:

A. Auf je 1 kg bei 100°—110° C. getrockneter Erde wurde an Dünger gegeben:

Nummer des Gefässes und Art der Stickstoffdüngung	Kreide g	Schwefels. Kali g	Calciummonophosphat g	Schwefels. Ammon g	Salpeters. Natron g	Phosphors. Ammon g
I. Schwefels. Ammoniak . . .	1	0.131	0.112	0.125	—	—
II. Salpeters. Natron. Im Herbst	1	0.131	0.112	—	0.17	—
III. Phosphors. Ammoniak . .	1	0.131	—	—	—	0.12
IV. Salpeters. Natr. {Halb i. Herbst / „ i. Frühjahr}	1	0.131	0.112	—	0.085 +0.085	—
V. Phosphors. Ammoniak. Ohne Wattebedeckung	1	0.131	—	—	—	0.12
VI. Boden nicht sterilisiert und nicht extrahiert	1	0.131	0.112	—	0.159	—

B. Auf jedes kg bei 100°—110° C. getrockn. Erde kommen also an:

Nummer des Gefässes und Art der Stickstoffdüngung	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff in Form von		
			schwefels. Ammoniak	salpeters. Natron	phosphors. Ammon.
	g	g	g	g	g
I. Schwefels. Ammoniak . . .	0.0708	0.0627	0.0215	—	—
II. Salpeters. Natron. Im Herbst	0.0708	0.0627	—	0.0279	—
III. Phosphors. Ammoniak . . .	0.0708	0.0645	—	—	0.0254
IV. Salpeters. Natron. {Halb i. Herbst / „ i. Frühjahr}	0.0708	0.0627	—	0.0279	—
V. Phosphors. Ammoniak. Ohne Wattebedeckung	0.0708	0.0645	—	—	0.0254
VI. Boden nicht steril. noch extrah.	0.0708	0.0627	—	0.026	—

C. Das Gesamtgew. der dem Boden im Dünger zugef. Nährst. betrug:

Nummer des Gefässes	Das Gefäss enthielt wasserfr. Erde	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff in Form von		
				schwefels. Ammoniak	salpeters. Natron	phosphors. Ammoniak
	kg	g	g	g	g	g
I	27.72	1.96	1.738	0.595	—	—
II	27.72	1.96	1.738	—	0.773	—
III	30.93	2.189	1.994	—	—	0.785
IV	30.93	2.189	1.939	—	0.862	—
V	30.83	2.183	1.988	—	—	0.783
VI	±30	2.124	1.881	—	0.78	—

D. Ernteertrag in Grammen.

Gefässnummer:	I	II	III	IV	V	VI
Art der Stickstoffdüngung:	Schwefels. Ammoniak	Salpeters. Natron	Phosphors. Ammoniak	Salpeters. Natron	Phosphors. Ammoniak	Nicht sterilisiert
Frische Erntemasse	266.6	275.6	284.6	330.4	298	264.7
Bei 80° C getrockn. Erntemasse	39.8	63.8	56.5	63.8	51.7	64.9

E. Gehalt der bei 80° C. getrockneten Ernte.

Gefässnummer:	I	II	III	IV	V	VI
	%	%	%	%	%	%
Asche	13.6	12.74	12.29	11.59	12.93	9.71
Phosphorsäure	1.51	1.47	1.42	1.34	1.61	0.976
Stickstoff	2.97	2.25	2.37	2.15	2.92	2.09
Auf 100 T. Phosphorsäure kommen T. N	195	153	166.9	160.4	181.3	214

F. Die Ernte hatte demnach dem Boden entnommen (in Grammen).

Gefässnummer:	I	II	III	IV	V	VI
Phosphorsäure	0.605	0.937	0.802	0.854	0.832	0.633
Stickstoff	1.155	1.435	1.339	1.371	1.50	1.356
N im Dünger dem Boden zugeführt	0.595	0.773	0.785	0.862	0.783	0.78
Diff. der 2 letzten Zahlen . .	0.560	0.662	0.554	0.509	0.717	0.576

G. Ernte an Trockensubstanz auf 1 ha umgerechnet.

Gefässnummer:	I	II	III	IV	V	VI
Ernte in kg	8111.7	13004.5	11516.5	13004.5	10538	13228.7

Es braucht wohl kaum bemerkt zu werden, dass die Vorbereitung aller Kulturgewächse mit Ausnahme von VI auf die oben beschriebene Weise geschah. Selbstverständlich wurde durch die der Sterilisation im Ölbade folgende Extraktion dem Boden nicht nur der lösliche Stickstoff, sondern auch andere Salze entzogen. Für No. VI wurde dieselbe Erde wie für die übrigen Gefässe verwendet, nur wurde der Boden weder im Ölbade erwärmt, noch mit destilliertem Wasser ausgelaugt. Die in diesem Gefässe kultivierten Pflanzen sollten die Entwickelung im gewöhnlichen Boden zeigen, wenn dessen Oberfläche mit einer Wattepackung bedeckt, die Pflanzen durch die Glasröhren umschlossen waren etc.

Abgesehen von der Sterilisation des Bodens wuchsen die Pflanzen in No. VI demnach genau unter denselben Verhältnissen, wie in den anderen Gefässen.

In No. V war die Wattebedeckung weggelassen, um zu sehen, ob in diesem Falle eine Infektion des Bodens durch Salpeterbakterien eintreten würde und ob die Bedeckung für die Entwicklung der Pflanzen Nachteile habe. Beides ist offenbar nicht der Fall gewesen. Mit Bezug auf eine eventuelle Infektion durch Salpeterbakterien sei nochmals bemerkt, dass die Bodenoberfläche auch hier relativ trocken war.

Wie aus Tabelle B und C zu ersehen, ist die dem Boden im Dünger zugeführte Stickstoffmenge in No. I etwas kleiner als in No. II, III, IV und V. Der Grund liegt in einem Rechenfehler. Ob bei einer gleich starken Düngung, wie in den anderen Gefässen, der Ernteertrag entsprechend höher geworden sein würde, ist aus dem Resultate späterer Versuche nicht mit Sicherheit abzuleiten. Nehmen wir eine entsprechende Ernteerhöhung an, so würde pro ha $\frac{0.785}{0.595} \times 8111.7 = 10633$ kg geerntet worden sein, also ungefähr soviel, wie in No. III und V.

Im Vergleich mit dem Ertrage von Wintergerste auf freiem Felde ist die erzielte Ernte in den Kulturgefässen sehr hoch, was sich durch die regelmässige Wasserversorgung der Pflanzen und sonstige günstige Wachstumsbedingungen erklärt. Dies beweist jedenfalls, dass die Wattebedeckung die Durchlüftung des Bodens und das Wachstum nicht gehindert hat.

Bezüglich des Einflusses der Verbindung, in welcher der Stickstoff dem Boden zugefügt war, auf die Grösse des Ernteertrages lassen die Tabellen D und G keinen Zweifel darüber, dass die Form von Salpetersäure vorteilhafter gewirkt hat, als die von Ammoniak. Allerdings ist ebenso deutlich, dass salpetersaure Salze nicht die alleinige Quelle der Stickstoffnahrung gewesen sind.

Die Ernte der mit Salpetersäure gedüngten sterilisierten Böden stimmt vollkommen überein, wenn man die Trockensubstanz allein in Betracht zieht. Der Ertrag des nicht sterilisierten Bodens ist sehr wenig höher. Im Falle dieser Unterschied die Folge von äusseren Wachstumsbedingungen sein sollte, ist zu erwähnen, dass das Gefäss VI den günstigsten Stand mit

Bezug auf die Wirkung des Sonnenlichtes hatte, während No. V in dieser Hinsicht den ungünstigsten Standort hatte. Letzteres Gefäss stand an der Westseite des Vegetationshauses hinter der Thüre, deren unterer Teil aus Holz besteht, wodurch die unteren Teile der Pflanzen etwas früher beschattet wurden, als die der anderen Gefässe. Die Unterschiede in der Ernte zwischen den mit Salpeter und Ammoniak gedüngten Pflanzen würden wahrscheinlich erheblich grösser geworden sein, wenn nicht einerseits Wachstumsstörungen eingetreten wären, andererseits die Pflanzenindividuen in den mit Salpeter gedüngten Böden nicht sich gegenseitig die Wachstumsbedingungen stark verschlechtert hätten. Die Zahl der Halme wurde bald so gross, dass dieselben in den Glasröhren dicht gedrängt standen, so dass die in der Mitte stehenden Halme uud Blätter stark beschattet wurden. Um ein deutlicheres Bild von diesem Wachstumsunterschiede zu bekommen, ist es nötig, die wenigen über die Entwicklung der Pflanzen gemachten Aufzeichnungen kurz mitzuteilen. Bevor ich dazu jedoch übergehe, will ich auf eine der Schlussfolgerungen aus den früher publizierten Versuchen kurz zurückkommen. Dieselbe lautete[1]:

Während die mit Salpetersäure gedüngten, aber im salpeterbakterienfreien Boden gewachsenen Getreidepflanzen sich normal, wie diejenigen auf dem freiem Felde, entwickelten, trat bei den Pflanzen, welche im Boden keine Salpetersäure fanden, somit ihr Stickstoffbedürfnis durch andere Stickstoffverbindungen befriedigen mussten, nach Ablauf der Keimungsperiode eine längere Stockung im Wachstum wenigstens der oberirdischen Organe ein, als müsste die Pflanze sich der ungewohnten Nahrung erst anpassen. Ist diese Periode kümmerlicher Existenz überwunden, so beginnt die Pflanze vollkommen normal und kräftig zu wachsen.

Obwohl bei den mitzutheilenden Versuchen das Wachstum der mit Ammoniak gedüngten Pflanzen in der ersten Lebensperiode nach der Keimung im Vergleiche zu den mit Salpeter gedüngten ein sehr langsames war, ist doch bei diesen Versuchen ein besonders langer, ich möchte sagen krankhafter Stillstand jener Pflanzen nicht wahrgenommen.

Nach dieser Abschweifung lassen wir die Aufzeichnungen über das Wachstum der Pflanzen folgen.

Die Samen wurden am 16. Oktober in den Boden gebracht; am 20. wurden bereits die ersten Keimpflanzen sichtbar. Ende d. M. wurde nach

---

[1]) Ldw. V.-St. XXXIV, S. 257.

einander von den Glasröhren, welche die jungen Pflanzen umgaben, der Wattepfropfen weggenommen und Pfröpfchen sterilisierter Watte solange vorsichtig längs der Pflanze unten auf die Bodenoberfläche innerhalb der Glasröhre gebracht, bis sich eine ausreichend dicke Wattelage auf derselben befand. Wie bemerkt, wurde auch die obere Hälfte jeder Glasröhre mit fortgenommen. Die mit Salpeter gedüngten Pflanzen waren etwas kräftiger, als die mit Ammoniak gedüngten.

25. Februar. Alle Pflanzen haben während des Winters etwas gelitten, das älteste Blatt der meisten Pflanzen ist verwelkt, die Spitzen der jüngeren Blätter sind gelb geworden — eine auch im freien Felde gewöhnliche Erscheinung bei der Wintergerste. Die Pflanzen sind übrigens in allen Gefässen gesund, aber in den mit Ammoniak gedüngten sämtlich weniger kräftig, als in den mit Salpeter gedüngten; die Blätter der ersteren sind weniger breit und lang. Die mit phosphors. Ammoniak gedüngten Pflanzen sind den mit schwefels. Ammoniak gedüngten ein wenig voraus, während die Pflanzen in dem Gefäss V ohne Wattebedeckung sich ebenso entwickelt haben, wie in dem entsprechenden mit Watte bedeckten Gefässe III. Im gewöhnlichen, nicht sterilisierten Boden stimmt die Entwickelung mit der im sterilisierten, mit Salpetersäure gedüngten wesentlich überein.

14. April. In den 3 mit Salpeter gedüngten Gefässen ist das Wachstum sehr kräftig. Die Pflanzen im sterilisierten Boden mit voller Salpeterdüngung im Herbste (II) sind am üppigsten entwickelt, jedoch ist ihr Unterschied gegen Gefäss IV und VI nicht gross. Die Pflanzen in diesen 3 Gefässen haben sich so stark bestockt, dass die Gläser schon fast vollständig durch die Zahl der Stengel gefüllt sind. In No. I (schwefels. Ammon.) sind die Pflanzen am meisten zurück, die Bestockung ist noch gering (auf jede Pflanze ein entwickelter Seitenstengel). In No. III (phosphors. Ammon.) sind die Pflanzen im Vergleich zu No. V etwas voraus, in letzterem sind sie weniger dunkelgrün (siehe die obige Bemerkung über den Stand des Gefässes).

25. April. Die Pflanzen werden photographiert. Die Photographien zeigen sehr deutlich, wie bedeutend die mit Salpeter gedüngten Pflanzen im sterilisierten und im nicht sterilisierten Boden den mit Ammoniak gedüngten im Wachstum voraus sind.

28. April. Die Pflanzen in No. II sind am kräftigsten bestockt, die Stengel sehr stark, die Blätter sehr lang und breit und dunkelgrün. Ihre Entwicklung ist viel weiter vorgeschritten, als die der Pflanzen auf freiem Felde, von den Pflanzen im nicht sterilisierten Boden unterscheiden sie sich jedoch sehr wenig. Die Länge der kräftigsten Halme, gemessen bis an die höchsten sichtbbaren Öhrchen an der Basis der Blattspreite, beträgt in No. II 22—26 cm, in No. VI 22—23 cm. In No. VI leiden einzelne Pflanzen etwas an Erysiphe, weshalb dieselben geschwefelt wurden. Auch der Unterschied in der Entwicklung in No. IV von der in No. II und VI ist gering. Die längsten Halme in No. IV sind 21 cm lang. Auf die mit Salpeter gedüngten Pflanzen folgen die in No. III (phosphors. Ammon.) Die Zahl der Halme ist hier erheblich kleiner, aber einzelne Halme sind sehr kräftig und lang (bis 26 cm). Am schmächtigsten stehen die Pflanzen in

No. I, während sich No. V gut bestockt hat und die Länge der kurzen Halme ± 12 cm ziemlich gleichmässig ist.[1])

10. Mai. Um der Ausbreitung der Erysiphe vorzubeugen, wurde dem Boden weniger Wasser zugeführt. Die Erfahrung lehrte uns nämlich, dass, wenn das Wasser im Gefässe so hoch stand, dass dieses unten in der Glasröhre sichtbar war, die Erkrankung sehr schnelle Fortschritte machte, während die Ausbreitung langsamer stattfand, wenn die Wasserzufuhr vermindert wurde. Deshalb wurde den Pflanzen einige Tage vor dem 10. Mai kein Wasser gegeben, und von dieser Zeit an nach Schätzung. Hierdurch waren die Wachstumsbedingungen der Pflanzen in den verschiedenen Gefässen nicht mehr so vollkommen gleich, wie vorher, so dass dann auch die Ernteergebnisse kein vollständig sicheres Mass — auch der ungleichen Erkrankung der Pflanzen wegen — für die Düngerwirkung sind. Wir wurden jedoch zu dieser Änderung in der Wassergabe gezwungen, weil sonst eine verschieden starke Erkrankung der Pflanzen wahrscheinlich eine noch grössere Differenz erzeugt haben würde. Wir wünschten aber die Pflanzen noch eine Zeit lang wachsen zu lassen, um die Folgen der ausschliesslich im Herbst gegebenen Salpeterdüngung mit der halb im Herbste, halb im Frühjahr gegebenen vergleichen zu können.

Am 10. Mai hatten sich die Pflanzen in No. VI ziemlich von der Mehltaukrankheit erholt, jedoch dadurch, wie durch die geringere Wasserzufuhr, etwas gelitten. Dem Augenschein nach sind diese Pflanzen gegenüber denen in No. II und IV etwas zurückgeblieben. Am kräftigsten scheinen jetzt die Pflanzen in No. II zu wachsen. Während die längsten Halme in No. IV und VI ± 37 cm hoch sind, beträgt deren Länge in II (die Hälfte des Salpeters im Frühjahr gegeben) ± 40 cm. In No. III (phosphors. Ammon.) sind die Pflanzen in der letzten Zeit tüchtig gewachsen. Die Zahl der Halme ist viel kleiner, als in den mit Salpeter gedüngten Gefässen, aber die längsten erreichen 34 und 35 cm. In No. I haben sich die Pflanzen am wenigsten bestockt, die höchsten Halme sind ± 33 cm lang, während in No. V die Zahl der Halme grösser ist, ihre Länge aber nur 20 cm beträgt.

18. Mai. Die Pflanzen der Gefässe II, IV und VI bleiben fortwährend die kräftigsten, doch übertreffen die Pflanzen im Gefässe II und IV diejenigen im nicht sterilisierten Boden VI an Höhe, während die Zahl der Halme in letzterem Gefässe etwas grösser ist. Die Halmlänge beträgt in No. VI 52 cm (die längsten), in II 62 und in IV 56 cm. Die längsten Halme der weniger bestockten Pflanzen in No. I und III sind 49 bis 52 cm hoch, in No. V 43 cm.

7. Juni. Das Wachstum im nicht sterilisierten Boden war in der letzten Zeit weniger kräftig. Erysiphe trat aufs neue auf. Auch die Pflanzen in No. II erkrankten; von den unteren Blättern ging die Krankheit

---

[1]) Es sei hier bemerkt, dass bis zum Sichtbarwerden der Ähre oder Fahne als Halmlänge stets gemessen ist das Halmende von der Bodenoberfläche bis zur höchsten sichtbaren Basis der Blattspreite, bei Gerstpflanzen also bis an die höchststehenden Öhrchen.

auf die höheren über. Auf Mehltau folgte Rost, wodurch allmählich alle Pflanzen dieses und der daneben stehenden Gefässe ergriffen wurden. Die Halme dieser Pflanzen waren am längsten. Obschon nämlich die Ähren erst eben zum Vorschein kamen, betrug die Höhe der längsten Halme hier 143 cm, in Gefäss No. IV 128 und in No. VI 110 cm. — Die Pflanzen in den mit Ammoniak gedüngten Gefässen hatten durch die Rostkrankheit wenig gelitten; der Unterschied der Entwicklung blieb in den verschiedenen Gefässen derselbe, wie am 18. Mai. Die Halme in den mit Salpeter gedüngten Böden waren fortgesetzt gleichmässiger, als in den mit Ammoniak gedüngten. Am 7. Juni wurde geerntet.

Fassen wir den Gesamteindruck des Versuches zusammen, so war für Wintergerste salpetersaures Natron eine ohne jede Frage vorteilhaftere Nahrung, als phosphorsaures und schwefelsaures Ammoniak. Es ist wohl unzweifelhaft, dass auf freiem Felde der Vorteil noch erheblich grösser gewesen sein würde. Die bessere Wirkung der salpetersauren Salze machte sich vor allem in der ersten Wachstumsperiode der Pflanzen stark geltend. Die mit Salpeter gedüngten Pflanzen boten vor allem in der Zeit des üppigeren Wachstums den Eindruck, als seien sie saftiger, wasserreicher. Auffallend ist ferner, dass das Längenwachstum der Halme bei der Verteilung der Salpeterdüngung auf Herbst und Frühjahr stärker war, als bei ausschliesslicher Herbstdüngnng mit Salpeter. Dass dieser Unterschied sich erst ziemlich spät geltend machte, wird dadurch erklärlich, dass die Frühjahrsdüngung etwas spät stattfand und der Salpeter dem Boden aufgelöst in der Kochflasche zugeführt wurde, wodurch dem Boden Wasser gegeben wurde. Der Salpeter musste also mit dem Wasser im Boden emporsteigen, was die Wirkung auf die Pflanzen noch weiter verspätete

II. Versuch mit Winterweizen.

Zu diesem Versuche wurde sog. Y-Weizen gewählt, wahrscheinlich eine durch den Standort modifizierte Form des weissen Dickkopfweizen. Bekanntlich unterscheidet sich der letztere vom gewöhnlichen Squarehead durch eine noch gedrungenere Ähre, durch weisse statt gelber Samen und durch Behaarung der Spelzen. Der auf dem reichen Polderboden des früheren Y's angebaute Weizen hat etwas längeres Stroh und eine etwas weniger gedrungene Ähre.

In den folgenden Übersichten geben wir wiederum die Düngung pro Kulturgefäss, die Ernteerträge etc.

A. Auf je 1 kg bei 100—110° C getrockneter Erde wurde gegeben:

Nummer des Gefässes und Art der Stickstoffdüngung	Kreide g	Schwefels. Kali g	Calciummonophosphat g	Schwefels. Ammoniak g	Phosphors. Ammoniak g	Salpeters. Natron g
I. Schwefels. Ammoniak . .	1	0.131	0.091	0.094	—	—
II. Salpeter. Im Herbst . .	1	0.131	0.091	—	—	0.127
III. Phosphors. Ammoniak . .	1	0.131	—	—	0.097	—
IV. Salpeter { halb im Frühjahr / „ „ Herbst	1	0.131	0.091	—	—	0.0635 + 0.0635
V. Phosphors. Ammoniak . .	1	0.131	—	—	0.097	—
VI. Nicht sterilisiert, noch extrahiert.	1	0.131	0.091	—	—	0.115

B. Auf jedes Kilo bei 100—110° C getrockneter Erde kommen demnach:

Nummer des Gefässes und Art der Stickstoffdüngung	Kali g	Phosphorsäure g	N in Form von schwefels. Ammoniak g	phosphors. Ammoniak g	salpeters. Natron g
I. Schwefels. Ammoniak . .	0.0708	0.0509	0.0199	—	—
II. Salpeter. Im Herbst. . .	0.0708	0.0509	—	—	0.020
III. Phosphors. Ammoniak . .	0.0708	0.0511	—	0.02	—
IV. Salpeter { halb im Frühjahr / „ „ Herbst	0.0708	0.0509	—	—	0.01 +0.01
V. Phosphors. Ammonniak . .	0.0708	0.0511	—	0.02	—
VI. Nicht sterilisiert, noch extrahiert	0.0708	0.0509	—	—	0.0199

C. Das Gesamtgewicht der dem Boden im Dünger zugeführten Nährstoffe betrug pro Gefäss:

Nummer des Gefässes und Art der Stickstoffdüngung	Gewicht an wasserfreier Erde kg	Kali g	Phosphorsäure g	Stickstoff in Form von schwefels. Ammoniak g	phosphors. Ammoniak g	salpeters. Natron g
I. Schwefels. Ammoniak .	28	1.982	1.425	0.557	—	—
II. Salpeter. Im Herbst .	28	1 982	1 425	—	—	0.56
III. Phosphors. Ammoniak .	28	1.982	1.43	—	0.56	—
IV. Salpeter { halb im Frühjahr / „ „ Herbst	28	1.982	1.425	—	—	0.28+0.28
V. Phosphors. Ammoniak .	28	1 982	1.43	—	0.56	—
VI. Nicht sterilisiert, noch extrahiert	28	1 982	1.425	—	—	0.557

Dieses Gewicht ist angenommen, nicht thatsächl. festgestellt.

D. Ernteertrag (in g):

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Lufttrockene Ernte				Bei 100° C getrockn. Ernte				
	Stroh	Kaff	Stroh und Kaff zusammen	Körner	Stroh	Kaff	Stroh + Kaff	Körner	Gesamternte
I. Schwefels. Ammoniak	39.9	6.2	46.1	19.3	34.6	5.93	40.53	17.6	58.13
II. Salpeter (im Herbst)	53.7	8.3	62	19.1	44.7	7.73	52.45	17.5	69.95
III. Phosphors. Ammoniak	50.7	6.95	57.65	17.75	45.55	6.3	51.85	14.8	66.65
IV. Salpet. (Herbst u. Frühj.)	54.2	5.8	60	14.9	44.9	5.2	50.1	11.8	61.9
V. Phosphors. Ammoniak	46.8	7.8	54.6	17.98	40.9	7.0	47.9	15.6	63.5
VI. Boden nicht sterilisiert	56.38	6.7	63.08	22.54	45.05	5.95	51.05	19.55	70.6

E. Gehalt der bei 100° C getrockneten Ernte an (Proc.):

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Körner			Stroh (der Gehalt des Kaffes gleich demjen. d. Strohes genommen)		
	Asche	Phosphorsäure	Stickstoff	Asche	Phosphorsäure	Stickstoff
I. Schwefels. Ammoniak . .	2.43	0.816	3.3	14.69	1.005	1.022
II. Salpeter (im Herbst) . .	2.60	1.28	4.13	12.16	1.213	0.687
III. Phosphors. Ammoniak . .	2.44	1.305	4.08	12.9	1.125	0.862
IV. Salpeter (Herbst u. Frühj.)	3.25	1.302	4.10	13.22	1.29	1.21
V. Phosphors. Ammoniok . .	2.40	1.317	5.66	12.47	1.18	0.867
VI. Boden nicht sterilisiert . .	2.27	1.08	3.17	8.44	0.528	0.551

F. Gehalt der Ernte an N, verglichen mit der dem Boden im Dünger zugeführten Menge N (in g):

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Stickstoff			Stickstoff, dem Boden im Dünger zugeführt
	in den Körnern	im Stroh und Kaff	zusammen	
I. Schwefels. Ammoniak. . .	0.581	0.414	0.995	0.557
II. Salpeter (im Herbst) . . .	0.723	0.360	1.083	0.56
III. Phosphors. Ammoniak . .	0.603	0.447	1.050	0.56
IV. Salpeter (Herbst u. Frühj.)	0.484	0.606	1.090	0.56
V. Phosphors. Ammoniak . .	0.883	0.415	1.298	0.56
VI. Boden nicht sterilisiert . .	0.620	0.281	0.901	0.557

Auf 1 ha umgerechnet betrug die lufttrockne Ernte (in kg):

Gefäss-No.:	I	II	III	IV	V	VI
Körner . . .	3 934	3 893	2 333	3 037	3 564	4 594
Stroh	9 396	12 637	11 751	12 229	11 129	12 827

Bemerkungen über die Entwickelung der Pflanzen. Obschon auch bei diesem Versuche aus dem Ernteresultate kein sicherer Schluss mit Bezug auf die Wirkung des Düngers gezogen werden kann, ist es doch überflüssig, über die Entwickelung der Pflanzen ausführlicher zu berichten. Im Gegensatze nämlich zu allen andern von uns angebauten Kulturgewächsen war das Wachstum der mit Salpeter oder Ammoniak gedüngten Pflanzen beim Weizen nicht sichtbar verschieden. Allein die Pflanzen im gewöhnlichen, nicht sterilisierten Boden zeigten ein etwas, aber nur wenig, kräftigeres Wachstum, was sich aus dem grösseren Nährstoffgehalte des Bodens und dem günstigsten Stande bezüglich der Wirkung des Sonnenlichtes leicht erklärt.

Worin die Ursache dieses abweichenden Verhaltens des Winterweizen mit den anderen Gewächsen liegt, weiss ich nicht zu erklären. Die aus den am 25. Oktober gesäten Samen entwickelten Pflanzen zeigten anfangs keine merkbaren Unterschiede. So lauten z. B. die Aufzeichnungen vom 18. Mai: der Unterschied der Pflanzen bleibt gering. Gegen Ende Juni jedoch begannen die Pflanzen zum Teil rostkrank zu werden, was uns veranlasste, die Wasserzufuhr kurze Zeit einzustellen und von .nun an Wasser nach Schätzung zu geben. Hierin muss wohl der Grund liegen, weshalb die meisten Pflanzen bald abnorm wurden. Die Blätter verloren ihr saftiges Aussehen und begannen von den Rändern aus sich aufzurollen. Sie glichen in ihrem Habitus vollkommen den Blättern von auf freiem Felde wachsendem Pferdezahnmais, welcher bei dem heissen, trocknen Wetter ohne Zweifel Wassermangel litt. Diese Erscheinung trat in den verschiedenen Gefässen in ungleich starkem Grade auf. Eine stärkere Wasserzufuhr hob sie nicht wieder auf. Die Ernte fand am 5. August statt. Zum Schlusse wollen wir noch bemerken, dass, wie aus F zu ersehen, auch bei diesen Pflanzen dem Boden mehr Stickstoff entnommen wurde, als demselben im Dünger zugeführt war.

Versuche des Jahres 1887.

Ausser den Versuchen mit Wintergetreide wurden 1887 auch solche mit Sommerfrüchten (Gerste, Bohnen und Zuckerrüben) angestellt. Für Gerste und Bohnen wurden die Kulturgefässe genau so, wie für das Wintergetreide, hergerichtet. Zum Schutze gegen die Sonnenstrahlen waren dieselben jedoch nicht mit Bordpapier umgeben, sondern in mit Strohhäcksel gefüllte Holzkästchen gestellt, an deren Vorderseite Holzschieber angebracht waren, nach deren Wegnahme der Wasserstand in den an der Aussenseite der Gefässe stehenden Glasröhren sichtbar wurde. Auch bei diesen Gefässen floss das Wasser durch die Röhren unten in die Gefässe ein.

I. Versuch mit Chevaliergerste.

Wenn dieser Versuch auch insoweit missglückt ist, als die Pflanzen sehr früh geerntet werden mussten, wollen wir doch das Resultat, soweit dasselbe fesgestellt worden ist, mitteilen.

A. Düngung. Auf jedes kg bei 100—110° C getrockneter Erde wurde gegeben (in g):

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Kreide	Schwefels. Kali	Calciummonophosphat	Phosphors. Ammon.	Schwefels. Ammon.	Salpeters. Natron
I. Phosphors. Ammon.	1	0.0366	0.0518	0.058	—	—
II. Schwefels. „	1	0.0366	0.0518	—	0.0562	—
III. Salpeters. Natron	1	0.0366	0.0518	—	—	0.0708
IV. Der Boden sterilisiert und extrahiert, doch nicht mit N gedüngt	1	0.0366	0.0518	—	—	—

B. Gewicht der lufttrocknen, unreifen Ernte.

Gefäss-No.:	I	II	III	IV
Erntegewicht	34	38.2	33.4	33.2

Das Ernteergebnis ist für die Beurteilung der Düngerwirkung gänzlich unbrauchbar, weil alle Pflanzen, mit Ausnahme von denen in Gefäss IV, durch Erkrankung zu Grunde gingen.

Was die Wirkung der verschiedenen Stickstoffdüngung betrifft, war das Wachstum bis zum Zeitpunkte der Erkrankung bei den mit Salpeter gedüngten Pflanzen bei weitem am kräftigsten, während die Wirkung des schwefelsauren und phosphorsauren Ammoniaks nicht sichtbar verschieden war. Sehr langsam wuchsen die Pflanzen in Gefäss IV, dessen Boden sterilisiert und extrahiert, nach der Extraktion aber nicht mit Stickstoff gedüngt war. Nach der Auslaugung mit destilliertem Wasser war auch dieses Gefäss noch einmal im Ölbade erwärmt und dann gleich den anderen Gefässen hergerichtet.

Dieser Versuch ist vorzugsweise wegen des aussergewöhnlich starken Auftretens von Erysiphe interessant. Dem Mehltau folgte die Rostkrankheit auf dem Fusse und beide Krankheiten traten in einem solchen Grade auf, dass nur wenige der Halme in den Gefässen I, II und III sich soweit entwickelten, dass ihre Ähren sichtbar wurden. Die Blätter verdorrten vollständig. — Bemerkenswert hierbei ist, dass keineswegs allein die Pflanzen im Gewächshause erkrankten, sondern dass die Krankheit auch auf dem weit ab vom Gewächshause gelegenen Versuchsfelde in einem Masse auftrat, wie nie zuvor. Allerdings litten die Pflanzen im allgemeinen auf freiem Felde sehr viel weniger, als die im Gewächshause. Dafür liegt der Grund aber keineswegs in den verschiedenen äusseren Wachstumsbedingungen, sondern ohne Zweifel hierin, dass die Pflanzen in den Kulturgefässen infolge späterer Aussaat (21. April) jünger waren. Den Beweis für diese Annahme liefert ein kleines Stück Chevaliergerste des Versuchsfeldes, auf welchem gleichzeitig mit der Gerste in den Kulturgefässen 3 Reihen von 5 m Länge Gerste gesäet waren. Als die Mehltaukrankheit auftrat, waren die Pflanzen dieser Reihen im Vergleiche zu denjenigen in den Kulturgefässen noch etwas zurück und litten nun durch Mehltau und Rost so, dass trotz starken Schwefelns ein Aufschiessen in den Halm überhaupt nicht eintrat.

II. Versuch mit Pferdebohnen („Taubenbohnen").

Zu diesem Versuche dienten nicht die eigentlichen Pferdebohnen, sondern die hier sogenannten „Duivenboonen", welche im Gesamthabitus mit den Pferdebohnen ziemlich übereinstimmen, jedoch durch etwas kleinere Blätter und durch reicheren Schoten-

ansatz sich unterscheiden. Dagegen sind die Schoten schmaler und die Samen kleiner, fast walzenförmig, mit geringer Abplattung. Ausserdem wachsen die „Duivenboonen“ in der ersten Entwicklungsperiode langsamer, ihre Stengel werden dann aber erheblich länger, als bei den Pferdebohnen.

A. Düngung. Auf jedes kg bei 100—110° C getrockneter Erde wurde an Dünger gegeben:

Gefässnummer und Art der Stickstoffdüngung	Kreide g	Schwefels. Kali g	Kalium-monophosphat g	Phosphors. Ammoniak g	Schwefels. Ammoniak g	Salpeters. Natron g
I. Phosphors. Ammoniak . .	1	0.0366	—	0.058	—	—
II. Schwefels. „	1	0.0366	0.0518	—	0.0562	—
III. Salpeters. Natron	1	0.0366	0.0518	—	—	0.0708

B. Es kommen somit auf jedes kg wasserfreier Erde:

Gefässnummer und Art der Stickstoffdüngung	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff in Form von		
			Phosphors. Ammon.	Schwefels. Ammon.	Salpeters. Natron
	g	g	g	g	g
I. Phosphors. Ammoniak . . .	0.0197	0.031	0.0123	—	—
II. Schwefels. „	0.0197	0.029	—	0.0118	—
III. Salpeters. Natron	0.0197	0.029	—	—	0.0116

C. Ernte an lufttrockener Masse (in Grammen):

Gefässnummer	Körner	Stroh und Kaff	Gesamternte
I	12	14.5	26.5
II	12.7	14.5	27.2
III	24.2	17.0	41.2

Bei der Ernte war der grösste Teil der Blätter bereits abgefallen, wodurch die Stroherernte vor allem bei den mit Salpeter gedüngten, früher reifenden Pflanzen viel zu klein ausfiel. Eine chemische Untersuchung der Ernte hat nicht stattgefunden.

Bemerkungen über die Entwicklung der Pflanzen. Aussaat am 29. März. Die Keimpflanzen kamen alle, mit Ausnahme einer

(in einer der Glasröhren des Salpetergefässes) bald zum Vorschein. In jeder Glasröhre stand nur eine, in jedem Gefässe also 3 Pflanzen. Als die dritte Keimpflanze im Salpetergefässe endlich zum Vorschein kam, wurden die Samenlappen mit aus dem Boden herausgedrängt. Wir suchten die Pflanze etwas tiefer in den Boden zu drücken, wobei sie beschädigt sein muss, denn sie wuchs eine Zeit lang sehr langsam. Trotzdem holte sie später die Pflanzen in dem mit Ammoniak gedüngten Boden wieder ein. Trotz dieses abnormen Wachstums einer der 3 Pflanzen war doch die Ernte im Gefäss III erheblich grösser, als die der Gefässe I und II. Am 15. April — bei der zurückgebliebenen am 26. — wurden die Wattepfropfen oben aus den Glasröhren genommen und sterilisierte Watte unten auf die Bodenoberfläche in der Glasröhre gebracht. Danach wurden auch die oberen Teile der Glasröhren abgenommen.

Ausführlichere Mitteilungen über das Wachstum der Pflanzen sind überflüssig. Das Interessante dieses Versuches liegt darin, dass die Bohnenpflanzen in dem mit Salpeter gedüngten Boden sich bedeutend kräftiger entwickelt haben, als in dem mit Ammoniak gedüngten, während ein erheblicher Wachstumsunterschied bei den mit phosphors. und schwefels. Ammoniak gedüngten Pflanzen nicht wahrzunehmen war. Das kräftigere Wachstum dokumentierte sich in der Höhe der Pflanzen und in der Grösse der Blätter. So waren z. B. am 18. Mai die grössten Blättchen der Blätter im Gefäss III 3.8—4 cm breit und $5\,{}^1/_2$ cm lang, in den Gefässen I und II 2.6—2.8 cm breit und 4 cm lang, während die Stengel der beiden normalen Salpeterpflanzen ${}^1/_3$ dicker waren, als die der mit Ammoniak gedüngten Pflanzen. Am 1. Juni waren die Pflanzen in No. I 20, 21 und 24 cm hoch, in No. II 20, 22 und 25 cm, in No. III dagegen 21 cm (s. o.), 41 und 44 cm hoch. Die Dicke der Stengel betrug in den ersten beiden Gefässen i. M. 4 mm, in No. III 7—8 mm.

Es sei noch bemerkt (Hellriegels Versuche waren damals noch nicht veröffentlicht), dass an den Wurzeln der geernteten Pflanzen Knöllchen oder Überreste von diesen n i c h t zu finden waren. Da mich diese Thatsache interessierte, säete ich in demselben Jahre noch eine grössere Anzahl Bohnensamen in auf die angegebene Weise sterilisierten Boden aus, ohne jedoch die Bodenoberfläche mit Watte zu bedecken, und that zur Vergleichung auch in einem anderen Gefässe, mit nicht sterilisierter Erde gefüllt, dasselbe. Die Wurzeln der jungen Pflanzen waren im sterilisierten Boden n i c h t, im nicht sterilisierten w o h l mit Knöllchen besetzt. — Aus diesem Versuche folgt somit, dass Bohnenpflanzen im Boden, worin durch Erwärmung auf 100° C

die Salpeterbakterien getötet sind, sich ähnlich wie Gerstenpflanzen entwickeln. Dieselben können sich sowohl von salpetersauren wie von Ammoniaksalzen ernähren, die Entwicklung der mit Salpeter gedüngten Pflanzen ist jedoch viel kräftiger, und zwar besonders in der ersten Periode nach Beendigung der Keimung.

III. Versuch mit Zuckerrüben.

Die Einrichtung der Gefässe für die Zuckerrüben unterschied sich von der für Getreidepflanzen wenig, nämlich ausschliesslich dadurch, dass auf die Oberfläche des Bodens nach vollständiger Herstellung der Gefässe anstatt dreier $2\frac{1}{2}$ cm weiter Glasröhren ein 6 cm weites Becherglas ohne Boden gesetzt wurde.

Nachdem dieses Becherglas a (Fig. 2) auf die Bodenoberfläche gesetzt war, wurde der Raum zwischen ihm und der Innenwand des Gefässes mit einer dichten Wattepackung bedeckt. Danach wurde über dieses Becherglas ein grösseres von 12 cm Weite gestülpt, dessen unterer Rand also auf der Wattenschicht ruhte. Auch aus diesem Becherglase war der Boden fortgenommen, und dasselbe wurde nun mit einer Wattehaube überdeckt, welche auf dem Glase festgebunden war. Schliesslich wurde noch rund um den unteren Rand dieses Glases eine dicke Wattelage gebracht, die durch an den Handgriffen des Gefässes (d) festgebundenen Kupferdraht festgehalten wurde. So wurde nun das Gefäss wieder ins Ölbad gebracht und mit Watte so überdeckt, dass alle Teile, also auch die Bechergläser und die diese überdeckende Watte, durch den kräftig hindurchströmenden Wasserdampf auf 100 ° C erwärmt wurden.

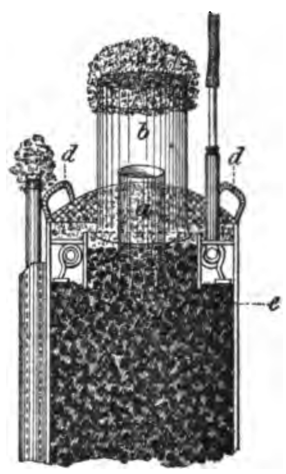


Fig. 2.

Vor dem Säen wurde der Rübensamen genau wie die Getreidesamen behandelt. Die Wattehaube wurde vom grösseren Becherglase vorsichtig abgenommen und nach dem Säen sogleich wieder über das Glas gebunden.

Sobald die Pflänzchen soweit entwickelt waren, dass man wagen konnte, dieselben zwischen Watte einzuklemmen, wurde das grosse Becherglas weggenommen, die überflüssigen Pflänzchen mit einer grossen, in der Gasflamme sterilisierten Pincette aus dem Boden gezogen und unter gleichzeitiger Wegnahme auch des kleineren Becherglases die frei gewordene Erdoberfläche mit einer Schicht sterilisierter Watte dick und dicht bedeckt. Es gehört natürlich einige Übung dazu, um einen Wattepropfen nach dem anderen auf die Bodenoberfläche zu bringen und die Pflänzchen fest einzuklemmen, ohne dass die Blättchen beschädigt werden; übrigens wird man sich wundern, was die jungen Pflänzchen vertragen können.

Da die Wattehaube des Becherglases den Austritt des Wasserdampfes stark verhindert, auch die Pflänzchen etwas beschattet, sind die jungen Pflanzen sehr empfindlich. Wir stülpten darum über dieselben nach dem Einklemmen in Watte kurze Zeit ein Becherglas und waren genöthigt, die Pflanzen in den ersten Tagen bei starkem Sonnenschein einige Stunden zu beschatten, indem auf das Dach des Glashauses Strohmatten gelegt wurden.

A. Düngung. Auf jedes kg bei 100—110° C getrockneter Erde kamen:

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Kreide g	Schwefels. Kali g	Calciummonophosphat g	Schwefels. Ammon. g	Phosphors. Ammon. g	Salpeters. Natron g
I. Phosphors. Ammon.	1	0.077	0.0728	—	0.077	—
II. Schwefels. „	1	0.077	0.0728	0.074	—	—
III. Salpeters. Natron	1	0.077	0.0728	—	—	0.0941

B. Auf jedes kg wasserfreier Erde kamen demnach:

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff in Form von		
			schwefels. Ammon.	phosphors. Ammon.	salpeters. Natron
	g	g	g	g	g
I. Phosphors. Ammon.	0.0416	0.0407	0.0163	—	—
II. Schwefels. „	0.0416	0.0407	—	0.0157	—
III. Salpeters. Natron	0.0416	0.0407	—	—	0.0155

C. Bei der Annahme, dass jedes Kulturgewächs 28 kg wasserfreier Erde enthielt, beträgt das Gesamtgewicht der jedem Gefässes zugeführten Nährstoffe:

Gefässnummer und Art der N-Düngung	Kali g	Phosphorsäure g	Stickstoff g
I. Phosphors. Ammoniak . . .	1.164	1.139	0.456
II. Schwefels. „ . . .	1.164	1.139	0.439
III. Salperters. Natron	1.164	1.139	0.434

D. Ernteergebnis. Das Gewicht der frisch geernteten Rüben betrug:

Gefäss-No.	Wurzelgewicht von 2 Pflanzen	Gewicht der Blätter beider Pflanzen	Zuckergehalt der Wurzeln
I	90.2 g	98.4 g	11.8 %
II	80.9 „	78.5 „	11.6 „
III	118.9 „	51.0 „	10.1 „

Der unerwartet geringe Ernteertrag überraschte uns sehr; ist jedoch bei näherer Überlegung nicht so befremdend. Nehmen wir in Übereinstimmung mit den Tabellen von E. Wolff den Stickstoffgehalt der Wurzeln 0.22 %, den der Blätter zu 0.3 % an, so würde die Gesamternte enthalten haben an:

	in Gefäss I	Gefäss II	Gefäss III
Stickstoff	0.494 g	0.403 g	0.414 g

während der Boden im Dünger erhalten hatte an:

Stickstoff	0.456 g	0.439 g	0.443 g

Die kleine Ernte wird demnach durch den geringen Gehalt des Bodens an Stickstoff zu erklären sein. Die geringe Blätterernte bei den mit Salpeter gedüngten Pflanzen wird durch die folgenden Bemerkungen über das Wachstum der Pflanzen genügend aufgeklärt.

Die Samen wurden am 10. Mai in den Boden gebracht; die Pflanzen gingen nach ca. 10 Tagen auf. Das Wachstum war normal, nur wurden die Pflänzchen unter der Bedeckung des Becherglases etwas schmächtig. In dem mit Salpeter gedüngten Boden war das Wachstum sehr viel üppiger, als in dem mit

Ammoniak gedüngten; die Blätter waren auch saftiger. Plötzlich wurden die Pflanzen in Gefäss III jedoch krank, die Blätter zeigten braune Flecken. Leider wurde die Ursache der Krankheit (kleine Milben auf der Unterseite der Blätter) nicht sofort erkannt. Sobald dies erkannt war, wuschen wir die Blätter mit Seifenlauge ab, was sie jedoch, sei es, dass die Lauge zu stark war, sei es, dass Rübenblätter dagegen empfindlich sind, nicht besonders gut vertrugen. Wir trockneten sie deshalb später nach dem Bepinseln mit der Lauge sofort wieder ab.

Infolge dieser Erkrankung starben die älteren Blätter langsam ab; die jüngeren wuchsen schnell wieder nach. So kam es, dass die Blätterernte der mit Salpeter gedüngten Pflanzen — wir hatten bei diesem ersten Versuche aus Furcht, es könnte die eine oder andere Pflanze durch das Einklemmen zwischen Watte zu Grunde gehen, in jedem Gefässe 2 Pflanzen stehen lassen — am kleinsten, das Wurzelgewicht trotzdem noch bei weitem am grössten war. Der geringere Zuckergehalt wird ebenfalls durch die Neubildung von Blättern leicht begreiflich.

Das Gesamtresultat aller Versuche dieses Jahres ist kurz, dass alle kultivierten Gewächse nicht nur zu vollkommener Entwickelung kamen, sondern auch erhebliche Mengen Trockensubstanz bilden können, wenn die Stickstoffnahrung in einer anderen Form, als in salpetersauren Salzen, zur Verfügung steht. Mit Ausnahme von Winterweizen war jedoch Salpeter für alle die wirksamste Stickstoffnahrung. Ein Übelstand bei allen diesen Versuchen war, dass das Wasser unten in die Gefässe gebracht wurde. Es wurde deshalb bei den folgenden Versuchen eine Einrichtung getroffen, wodurch es möglich wurde, das Wasser auf die Oberfläche des Bodens zu bringen.

Versuche des Jahres 1888.

Wie bereits erwähnt, war ein grosser Vorteil bei den früheren Versuchen, dass das Wasser kapillär im Boden aufsteigen musste, infolge wovon die oberste Erdschicht im Kulturgefässe relativ trocken blieb. Ein Feuchtwerden der auf letzterer liegenden Watte fand somit nicht statt, sodass die Luftzirkulation durch die Watte in keiner Weise gehindert wurde. Nun das Wasser auf die Oberfläche des Bodens gebracht werden sollte, musste also Sorge getragen werden, eine Benetzung der Watte während der Wasserzufuhr zu vermeiden. Zu diesem Zwecke

diente der in Fig. 3 u. 4 abgebildete Apparat, welcher auch in der schematischen Darstellung der fertig gestellten Kulturgefässe (Fig. 5 u. 6) deutlich zu sehen ist. Derselbe besteht aus einem 7 cm hohen Cylindermantel, an welchem ein 5 cm breites durchlöchertes Band b befestigt und mit welchem ein zweites schmaleres ($2^1/_2$ cm breit) zirkelförmiges Band c verbunden ist. Der Durchmesser des durch den Aussenrand des durchlöcherten Bandes gebildeten Zirkels ist nur wenig kleiner, als der Durchmesser des durch den oberen Rand des Kulturgefässes gebildeten Zirkels, der Apparat passt somit genau in das Kulturgefäss. In dem

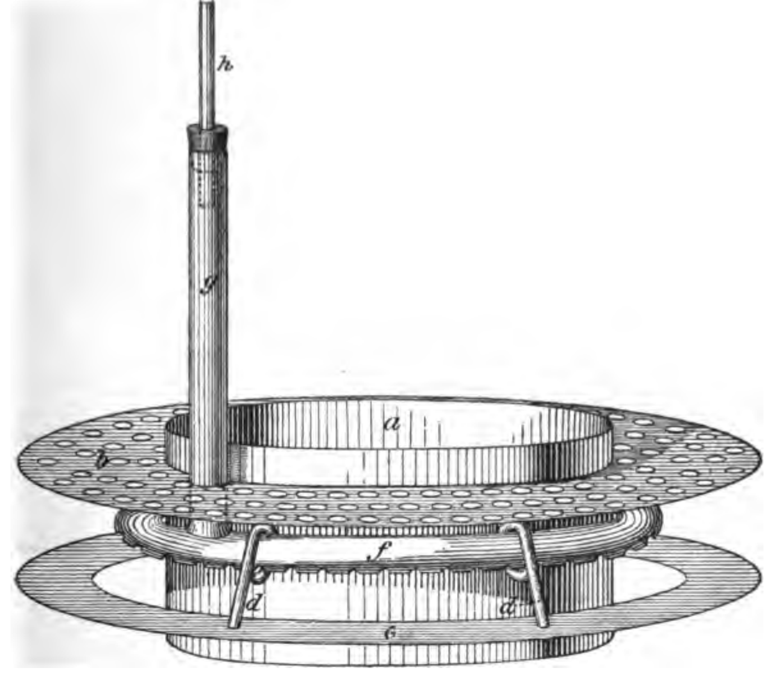


Fig. 3.

unteren Bande c des Apparates sind 4 Ösen d befestigt, welche die Röhre f tragen, in welche eine senkrecht nach oben gerichtete Röhre g einmündet, und deren Unterseite mit einer grossen Zahl feiner Löcher versehen ist, sodass oben in die senkrecht stehende Röhre gegossenes Wasser aus dem ganzen Umkreise der Röhre gleichmässig auf die Bodenoberfläche tröpfelt. Die Röhre liegt so tief unterhalb des durchlöcherten Bandes, dass auf dem letzteren liegende Watte nicht benetzt werden kann.

Vor dem Einsetzen dieses Apparates in das Kulturgefäss wurde in das offene Ende der Röhre g ein Glasröhrchen luftdicht schliessend hineingebracht (h) und über dieses wiederum ein ebenfalls luftdicht schliessender Kautschuckschlauch (Fig. 5 q) geschoben, dessen freies Ende mit einem Quetschhahn (Fig. 5 r) geschlossen wurde. Der Apparat wurde sodann mit destilliertem Wasser tüchtig abgewaschen und durch den Kautschukschlauch und

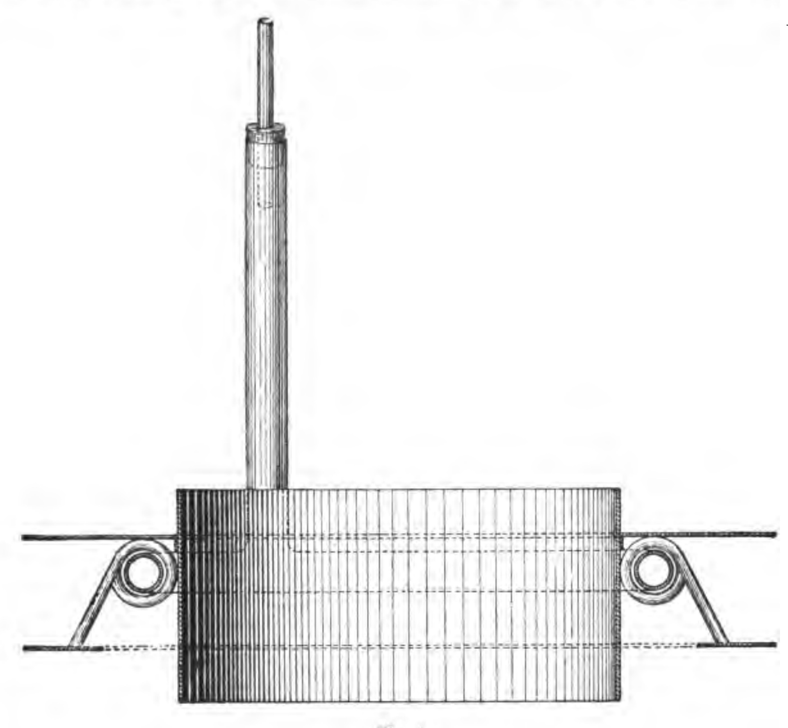


Fig. 4.

somit auch durch das Innere der metallenen Röhre Wasserdampf geleitet, dieselben somit sterilisiert. Auf die Oberfläche der Erde des Kulturgefässes wurde der Apparat vor der letzten Erwärmung desselben im Ölbade gebracht, also nachdem der Boden sterilisiert und durch Extraktion mit destilliertem Wasser seiner Salpetersäure beraubt, im Ölbade wieder getrocknet, im Menggefässe mit dem Dünger gleichmässig gemengt und danach ins Gefäss zurückgebracht war.

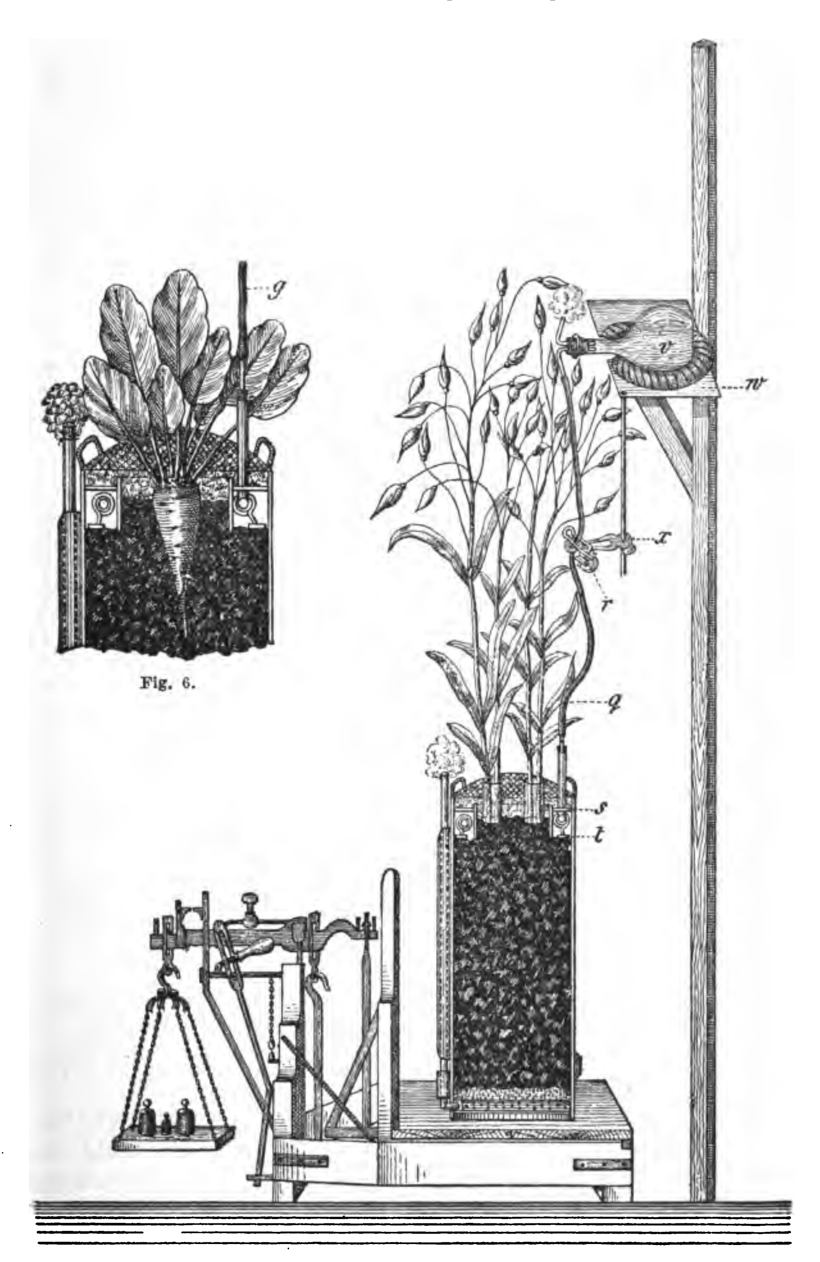


Fig. 6.

Fig. 5.

Der Apparat wurde nun so auf die Oberfläche des Bodens im Gefässe gesetzt, dass der Cylindermantel etwas in den Boden gedrückt wurde und das untere Eisenband c (Fig. 5 t) auf der Oberfläche ruhte. Darauf wurde in den inneren Raum des Cylindermantels noch soviel der gedüngten Erde gebracht, dass hier die Oberfläche des Bodens mit dem oberen durchlöcherten Bande b (Fig. 5 s) ungefähr in gleicher Höhe lag; der obere Rand des Cylindermantels ragte also einige Centimeter aus dem Boden heraus. In die Erdoberfläche innerhalb des Cylindermantels wurden nun die Glasröhren Fig. 5 gedrückt, durch welche das spätere Einbringen des Samen ermöglicht wurde. Sodann wurde erst eine dicke dichte Wattenpackung auf die Bodenoberfläche zwischen die Glascylinder und den hervorragenden Rand des Cylindermantels, und darauf eine solche auf das durchlöcherte Eisenband gebracht (Fig. 5 u. 6). Nachdem auf diese Weise das Kulturgefäss durch eine dicke Wattenpackung und die Glascylinder durch Wattepfropfen gegen das Eindringen von Bakterien geschützt waren, wurde auf den oberen Rand des Kulturgefässes noch ein breiter Streifen Watte gelegt und nun oben auf das Gefäss ein Drahtnetz fest aufgedrückt, in dessen Mitte ein kreisförmiges Loch ausgeschnitten war, welche seinen etwas grösseren Durchmesser hatte, als der Cylindermantel des Apparates für Wasserzufuhr besass. Derjenige Theil des Drahtnetzes, welcher über den Rand des Kulturgefässes hinausragte, wurde über den Gefässrand nach unten umgebogen und durch dicken Kupferdraht festgebunden. Wir bemerkten früher schon, dass nun nach Einsetzen des fertigen Kulturgefässes in das Ölbad auch alle Teile dieses Apparates wenigstens auf 100° C. erwärmt wurden, ja dass es nöthig war, den Kautschukschlauch mit Watte dick zu umwickeln, um einem Schmelzen desselben vorzubeugen.

Die zu den Versuchen dieses Jahres verwendete Erde. — Der Mitteilung über die Versuchsresultate lassen wir wiederum einige Notizen über die zum Versuche verwendete Erde voraufgehen.

Wie früher, wurde ein humushaltiger, fruchtbarer Sandboden gewählt, dessen Wasserkapacität vor der Sterilisation 24.33 %, nach der Sterilisation und Extraktion 19.17 % betrug.

Der Boden enthielt ferner an:

Gesamtstickstoff	0.104 %	(nach Kjeldahl-Jodlbaur bestimmt)
Salpetersäure	0.011 „	(nach Schlösing bestimmt)

Phosphorsäure 0.278 %
Kali 0.153 „

I. Versuch mit Schwedischer Stammgerste.

Diese zweizeilige Gerste unterscheidet sich von der Chevaliergerste durch steifes Stroh; sie lagert sehr selten. Die Ähre ist kürzer und gedrungener und die Grannen stehen etwas fächerförmig ab, jedoch viel weniger, als bei der Pfauengerste. Die Körner im oberen Teile der Ähre sind sichtbar kleiner, als im unteren. Leider bleibt der Ertrag an Körnern in der Regel — wenigstens auf unserem Versuchsfelde — gegenüber demjenigen der Chevaliergerste zurück.

Die Aussaat der Samen geschah am 13. Mai; wie bei den früheren Versuchen wurden in den Boden jeder Glasröhre 3 eingeweichte und mit Sublimatlösung behandelte Samen gebracht. Bei Wegnahme der Wattepfropfen wurde wiederum Sorge getragen, dass in jedem Gefässe dieselbe Anzahl Pflanzen stand. War also in einem Glase ein Samenkorn nicht aufgegangen, so wurde auch in jedem der anderen Gefässe eine Keimpflanze ausgezogen. In keiner der Glasröhren standen weniger als 2 Pflanzen. Die Zahl der Glasröhren betrug bei diesem Versuche drei, so dass in jedes Gefäss 3 × 3 sorgfältig ausgesuchte Samen gesät wurden.

A. Pro kg bei 100—110° C. getrockneter Erde wurde an Dünger gegeben.

Gefäss-No. und Art der Stickstoffdüngung	Kreide g	Schwefels. Kali g	Monocalciumphosphat g	Schwefels. Ammoniak g	Salpeters. Natron g
I. Salpeters. Natron	1	0.131	0.091	—	0.154
II. Schwefels. Ammoniak . . .	1	0.131	0.091	0.0855	—
III. Salpeters. Natron	1	0.131	0.091	—	0.1016
IV. Schwefels. Ammoniak . . .	1	0.131	0.091	0.057	—
V. Boden sterilisiert u. extrahiert[1]	1	0	0	—	—
VI. Boden nicht sterilisiert, noch extrahiert	1	0.087	0.091	—	—

[1]) Es ist schade, dass diesem Gefässe überhaupt kein Dünger, also auch kein Kali und Phosphorsäure gegeben wurde. Der Boden war freilich an diesen Stoffen reich, es ist aber nicht festgestellt, wie viel er von diesen Stoffen durch die Extraktion verlor. An löslichen Stickstoffverbindungen hat er dadurch jedenfalls den grössten Teil verloren.

B. Auf jedes kg wasserfreier Erde kommen demnach:

Gefäss-No. und Art der Stickstoffdüngung	Kali g	Phosphorsäure g	Stickstoff in Form von schwefels. Ammoniak g	salpeters. Natron g
I. Salpeters. Natron	0.0708	0.0509	—	0.0253
II. Schwefels. Ammoniak	0.0708	0.0509	0.0181 [1]	—
III. Salpeters. Natron	0.0708	0.0509	—	0.0167
IV. Schwefels. Ammoniak	0.0708	0.0509	0.0121	—
V. Boden sterilisiert u. extrahiert	0	0	0	0
VI. Boden nicht sterilisiert, noch extrahiert	0.047	0.0509	0	0

C. Gesamtgewicht der dem Boden im Dünger zugeführten Nährstoffe:

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Gewicht an wasserfreier Erde kg	Kali g	Phosphorsäure g	Stickst. i. Form v. schwefels. Ammon. g	salpeters. Natron g
I. Salpeters. Natron	27.812	1.969	1.415	—	0.703
II. Schwefels. Ammoniak	28.494	2.017	1.450	0.515	—
III. Salpeters. Natron	27.757	1.965	1.413	—	0.463
VI. Schwefels. Ammoniak	28.678	2.03	1.459	0.347	—
V. Sterilisiert und extrahiert	28.243	0	0	0	—
VI. Nicht sterilis., noch extrahiert	28 667	1.347	1.458	0	—

D. Es wurde pro Gefäss geerntet (in g):

Gefäss-No.:	I	II	III	IV	V	VI
Grüne Masse	299	123	265	188	91.5	152
Trockengewicht	37.2	17.9	34	24.5	14.0	20

E. In der Trockensubstanz waren enthalten (Proz.):

Gefäss-No.:	I	II	III	IV	V	VI
Asche	17.46	20.48	16.506	18.15	16.79	14.68
Stickstoff	4.15	4.14	3.92	3.93	4.15	3.84
Phosphorsäure	1.39	2.044	1.95	2.86	2.662	1.189

[1] Hier ist in Folge gleichen Rechenfehlers, wie oben (S. 15), zu wenig Ammoniak genommen. Wie das Ernteresultat zeigt, war das für die Pflanzen kein Nachteil, sondern ein Vorteil.

F. Vergleichung der N-Entnahme durch die Ernte mit der Zufuhr im Dünger (in g):

Gefäss-No.:	I	II	III	IV	V	VI
Dem Boden war N im Dünger gegeben	0.703	0.515	0.463	0.347	0	0
Dem Boden war an N durch d. Ernte entnom.	1.54	0.741	1.332	0.962	0.581	0.768
Differenz dieser 2 Zahlen	0.837	0.226				

Da die Transpirationsgrösse ein brauchbares Mittel zur Beurteilung des Wachstums der Pflanzen ist, haben wir hier noch die Zalen für die durch die Pflanzen jedes Gefässes verdunstete Wassermenge mitzuteilen, zuvor jedoch anzugeben, wie hoch der Wassergehalt des Bodens war, und auf welche Weise dem Boden das verdunstete Wasser wieder zugeführt wurde. Zu diesem Zwecke müssen wir noch einmal auf die Herrichtung der Kulturgefässe zurückgreifen.

Nachdem die mit Erde gefüllten Gefässe im Ölbade ausreichend lange erwärmt, der Erde durch Extraktion mit destilliertem Wasser die Salpetersäure entzogen und sodann die Gefässe im Ölbade aufs Neue solange erwärmt waren, bis der Boden für die Mengung mit dem Dünger genügend abgetrocknet war, wurde die Erde aus allen (hier 5) für denselben Versuch bestimmten Gefässen in dem „Menggefäss“ vollkommen gleichmässig gemengt. Darauf wurde eine Anzahl (gewöhnlich 3) Bodenproben zur Bestimmung des Wassergehaltes genommen und die in die betreffenden Gefässe zurückgebrachte Erde zur möglichsten Verhütung der Wasserverdunstung mit Watte bedeckt. Nach Feststellung des Wassergehaltes des Bodens wurde dann am folgenden Tage zur Mengung der Erde jedes Kulturgefässes mit den betreffenden Düngemitteln geschritten.

Bei der ersten Füllung der Gefässe mit Erde — also vor deren Sterilisation — wurde auf dem Boden des Gefässes erst eine halbe Drainröhre aus galvanisiertem Eisen, deren Wand überall mit Löchern versehen war, so gelegt, dass der durch diese überdeckte Raum mit der aussen am Gefässe angebrachten Röhre kommunizierte, welche in diesem und den folgenden Versuchen nicht mehr aus Glas, sondern aus Metall bestand. Durch die ins Gefäss gelegte halbe Röhre sollte der Eintritt von Luft in den Boden befördert werden. Auf diese Drainröhre kam dann eine ziemlich dicke Schicht Kies und oben auf diesen die Erde

zu liegen. Mit der Erwärmung des gefüllten Kulturgefässes im Ölbade wurde also auch der Kies sterilisiert und bei der Extraktion mit destilliertem Wasser seiner Salpetersäure beraubt. Beim ersten Herauswerfen des Bodens aus dem Gefässe in das Menggefäss blieb die Kiesschicht im Gefässe zurück.

War nun die Erde mit dem Dünger gemengt, so wurde auch der Kies aus dem Kulturgefässe genommen und die folgenden Wägungen nach einander vorgenommen. In das Kulturgefäss wurde erst die Drainröhre gelegt und dann in dasselbe der Kies gebracht und dieser mit destilliertem Wasser tüchtig angefeuchtet. Man legte darauf das Gefäss so nieder, dass alles vom Kies nicht kapillär festzuhaltende Wasser abfloss, und wog das Gefäss mit dem feuchten Kies. Nun wurde der vorbereitete, gedüngte Boden in das Gefäss gebracht, unter fortwährendem tüchtigem Aufstossen desselben auf den Fussboden und das Gefäss mit Inhalt aufs Neue gewogen. Zum Schlusse wurde in das Gefäss der Wasserzufuhrapparat gebracht, die Glasröhre in die Bodenoberfläche gedrückt, die Wattebedeckung aufgebracht etc. und das vollständig montierte Gefäss zum letzten Male gewogen. Weitere Details hierüber zu wiederholen, erscheint überflüssig.

Mit Bezug auf die Bestimmung der Wasserkapazität ist zu bemerken, dass zu diesem Zwecke die Erde in eine aus zwei Teilen bestehende, durch ein kurzes Stück eines Kautschukschlauches verbundene, lange Glasröhre von $2\,^1/_2$ cm Weite gebracht wurde, deren unteres Ende durch einen leinenen Lappen geschlossen war. Oben auf die Erde wurde etwas Watte gelegt und destilliertes Wasser auf dieselbe gegossen, bis Wasser unten aus der Röhre abtropfte. Nachdem das Abtropfen vollständig beendet war, wurde die Röhre an der Verbindungsstelle auseinander, und hier Erde aus der Röhre genommen. Die mit Wasser gesättigte Erde wurde gewogen, bei 100—110 °C. getrocknet und der Wasserverlust in Prozente des trocknen Bodens umgerechnet. Die Wasserkapacität des nicht sterilisierten Bodens war stets höher als die des sterilisierten und danach extrahierten. Der Hauptgrund dafür wird wohl in der Extraktion von humussauren Salzen durch das destillierte Wasser liegen. Im vorliegenden Falle betrug die Wasserkapacität des Bodens vor dessen Sterilisation 24.3 %, nach derselben 19.175 % (Mittel mehrerer Bestimmungen). Der Kies hatte eine Wasserkapacität von 5 %.

Bei diesem Versuche wurde dem Boden vor der Aussaat der Gerste soviel Wasser zugefügt, dass derselbe 12 % des trocknen Bodens enthielt. Sein Wassergehalt entsprach somit 62 % seiner Gewichts-Wasserkapacität.

Da vor der Vermengung des Bodens mit dem Dünger dessen Wassergehalt bestimmt war, liess sich aus dem Gewichte der in das Kulturgefäss gebrachten Erde die später — nach der letzten Erwärmung im Ölbade — noch zuzufügende Wassermenge genau berechnen. So enthielt z. B. Kulturgefäss I an wasserfreier Erde 27.812 kg, durch Anfüllung mit Wasser musste also das Gewicht auf 27.812 + 3.337 kg gebracht werden. Das Gesamtgewicht des Kulturgefässes I betrug nach der erforderlichen Wasserzufuhr 45.11 kg. Selbstverständlich wurde beim Wegnehmen der Glasröhren und Watte und umgekehrt beim Anbringen von Holzlatten zum Aufrechthalten der Pflanzen die hierdurch bewirkte Gewichts-Ab- und Zunahme in Rechnung gebracht.

Nach jeder Wägung des Gefässes zur Fesstellung des verdunsteten Wassers wurde dem Boden wieder soviel Wasser zugefügt, bis das Kulturgefäss das im Anfange festgesetzte Gewicht hatte. Die Gewichtsvermehrung infolge des Zuwachses an Pflanzenmasse wurde nicht in Rechnung gebracht. Somit wurde nach jeder Wägung dem Gefässe eine Wassermenge zugeführt, welche mit dem Gewichte des verdunsteten Wassers nach Abzug der Gewichtsvermehrung der Pflanzen seit der letzten voraufgegangenen Wägung übereinstimmte. Thatsächlich ist also etwas weniger Wasser verdunstet, wie die Gewichte angeben, und nahm auch der Wassergehalt des Bodens ab. Wie gross der grösste Unterschied des Wassergehaltes war, lässt sich einigermassen aus dem Gewicht der Grünen Ernte ableiten. Z. B. betrug letztere bei Gefäss I 299 g. Rechnet man dazu das Gewicht der Wurzeln, so enthielt der Boden anstatt 3.33 kg ungefähr 3 kg Wasser, also beinahe 10.8 % des trocknen Bodens, oder 56 % seiner Wasserkapacität.

Die Art der Wasserzufuhr zum Boden wird durch Fig. 5 veranschaulicht. Wie man sieht, ist der Kautschukschlauch q des Wasserzufuhrapparates oberhalb des Quetschhahnes r mit dem Schlauche der Kochflasche v, wie früher beschrieben, verbunden, nachdem zuvor der offene Teil ersterer Röhre, oberhalb des Quetschhahnes, durch Einströmen von heissem Wasserdampf

sterilisiert war (s. Fig. 1). Zum Zweck des Wägens des Gefässes vor und nach der Wasserzufuhr zum Boden wurde dasselbe auf die Dezimalwage (Fig. 5) gesetzt und zugleich die Kochflasche auf den Strohkranz gelegt, welcher auf dem Brette w lag. Der Kautschukschlauch des Wasserzufuhrapparates wurde nun so zwischen die Gabeln der hölzernen Klemme x geschoben, dass der Quetschhahn z lose auf den Gabeln auflag. Das Gewicht des Gefässes wurde also durch die Verbindung mit der Kochflasche nicht beeinflusst, wenigstens wenn bei der früheren Wägung der Gefässe der Kautschukschlauch q auf gleiche Weise festgehalten wurde, worauf natürlich geachtet wurde.

Nachdem das Gefäss gewogen und der Wasserverlust notiert war, wurde der Quetschhahn r ein wenig geöffnet; es floss Wasser in den Apparat und aus diesem auf die Bodenoberfläche. Die Schnelligkeit des Einfliessens des Wassers lässt sich aus dem Eintritte der Luftblasen in die Kochflasche v beurteilen. Wenn man vor allem gegen das Ende der Zufuhr das Wasser sehr langsam, also tropfenweise, zufliessen lässt, kann man das Gewicht des Gefässes wieder sehr genau auf das vorher berechnete bringen. Gelingt dies in einzelnen Fällen nicht, so ist das ohne Bedeutung, weil in diesem Falle natürlich das höhere Gewicht notiert wird.

Wir lassen nun die Zahlen für die thatsächlich aus den Gefässen verdunsteten Wassermengen folgen.

G. Die Verdunstung[1]) betrug in kg bei den Gefässen:

	I	II	III	IV	V	VI
Vom 13. Mai bis 4. Juni	0.582	0.442	0.585	0.514	0.451	0.524
„ 4. Juni „ 11. „	0.70	0.350	0.675	0 445	0.19	0.46
„ 11. „ „ 15. „	0.880	0.21	0.830	0.46	0.26	0.51
„ 15. „ „ 18. „	0.490	0.15	0.39	0.24	0.09	0.29
„ 18. „ „ 23. „	1.510	0.55	1.71	0.79	0.42	0.87
„ 23. „ „ 25. „	2.070	0.19	1.52	1.50	0.81	0.70
„ 25. „ „ 27. „	1.360	0.72	1.21	0.95	0.52	0.54
„ 27. „ „ 30. „	1.020	0.42	0.89	0.60	0.29	0.35
„ 30. „ „ 4. Juli	1.910	0.78	1.83	1.24	0.64	0.79
„ 4. Juli „ 9. „	1.871	0.957	1.385	1.352	0.558	0.748
Im Ganzen	12.313	5.769	11.025	8.091	4.229	5.782

[1]) Aus der mit der dicken Wattepackung bedeckten Bodenoberfläche ist ohne Frage wenig Wasser verdampft, so dass beinahe der gesamte Wasserverlust der Gefässe die Folge der Wasserverdunstung durch die

Wir bemerkten schon, dass Gefäss II und IV etwas weniger Stickstoff in Form von schwefels. Ammoniak erhielten, als die Gefässe I und III in Form von salpeters. Natron. Welchen Einfluss dies auf das Ernteergebnis gehabt hat, zeigt die folgende nochmalige Zusammenstellung überzeugend.

Gefäss-No.:	I	II	III	IV	V	VI
	($NaNO_3$)	($(NH_4)_2SO_4$)	($NaNO_3$)	($(NH_4)_2SO_4$)	(sterilis. und extrah.)	(nicht sterilis.)
	g	g	g	g	g	g
Trockengew. d. Ernte	37.2	17.9	34	24.5	14	20
N-Gehalt „ „	1.54	0.741	1.332	0.962	0.581	0.768
N dem Boden im Dünger zugefügt.	0.703	0.515	0.463	0.347	0	0

Die schwächere Düngung des Gefässes IV mit schwefels. Ammoniak hat demnach eine bedeutend grössere Ernte gegeben, wie die stärkere Düngung des Gefässes II mit demselben Dünger. Dieses Resultat wird durch die Wasserverdunstung vollkommen bestätigt, da aus Gefäss II 5.769 kg, aus No. IV dagegen 8.091 kg Wasser verdunsteten. Es lässt sich deshalb mit Bestimmtheit annehmen, dass eine noch stärkere mit der Salpeterdüngung übereinstimmende Stickstoffdüngung eher schädlich als nützlich gewesen sein würde.

Bemerkungen über die Entwicklung der Pflanzen. Die Gerstensamen wurden den 13. Mai in den Boden gebracht; am 18. Mai erschienen die ersten Keimlinge. Am 23. wurden die Wattepfropfen oben aus den Glasröhren genommen und Watte unten auf die Bodenoberfläche innerhalb der Glasröhren gebracht. Am 28. Mai war der Unterschied in der Entwicklung der Pflanzen noch gering. Am normalsten standen die Pflanzen im gewöhnlichen Boden, darauf folgten diejenigen im mit Salpeter gedüngten Boden.

Pflanzen sein wird. Da wir annehmen können, dass die direkt aus der Bodenoberfläche verdampfte Quantität Wasser bei den verschiedenen Gefässen gleich gross gewesen ist, so ist der Unterschied der Wasserverdunstung durch die Pflanzen grösser, als der Unterschied der hier folgenden Zahlen. Die Zahlen für den totalen Wasserverlust der Gefässe V und I verhalten sich beispielsweise wie 4.229 : 12.313 oder wie 1 : 2.9. Nimmt man für die direkte Verdunstung durch die Bodenoberfläche pro Gefäss 2 kg Wasser an, so stellt sich das Verhältnis der durch die Pflanzen verdunsteten Wassermengen wie 2.229 : 10.313 = 1 : 4.6.

5. Juni. Die Pflanzen in dem mit Salpeter gedüngten Boden sind allen anderen im Wachstum stark voraus. Am kräftigsten stehen die Pflanzen in Gefäss I (starke Salpeterdüngung), dann folgen diejenigen in No. III und darauf die Pflanzen im gewöhnlichen Boden (No. VI). Nur die mit Salpeter gedüngten Pflanzen (I und III) hatten jetzt je einen Seitenstengel, auch längere und breitere Blätter. Merkwürdigerweise sind die Pflanzen in dem Boden mit schwächerer Ammoniakdüngung denjenigen im Boden mit stärkerer Ammoniakdüngung voraus. Die Spitzen der Blätter im letztgenannten Boden werden gelb. Am meisten zurück sind die Pflanzen in Gefäss V.

11. Juni. Das Wachstumsverhältnis ist dasselbe geblieben, wie 5. Juni. Die stärker mit Ammoniak gedüngten bleiben noch immer hinter den schwächer gedüngten zurück.

19. Juni. Die mit Salpeter gedüngten Pflanzen haben sich am stärksten bestockt. Auf jede Pflanze kommen 6—7 Seitenstengel, im gewöhnlichen Boden hat jede Pflanze 3 Stengel, welche jedoch kräftiger sind, als bei den Salpeterpflanzen. Von den mit Ammoniak gedüngten Pflanzen wachsen die am schwächsten gedüngten am kräftigsten. Die mit diesem Dünger gedüngten Pflanzen unterscheiden sich von den mit Salpeter gedüngten durch schwächere Bestockung (3—4 Seitenstengel) und langsameres Wachstum. Im sterilisierten und mit destilliertem Wasser extrahierten Boden wachsen die Pflanzen langsam, aber regelmässig.

6. Juli. Mit Beginn von Juli erkrankten die Pflanzen im gewöhnlichen Boden ein wenig durch Erysiphe.

9. Juli. Infolge von Unvorsichtigkeit knickten ein paar Halme in Gefäss II, weshalb zur Ernte geschritten wurde.

Das Resultat ist auch hier, dass die mit Salpeter gedüngten Pflanzen bei weitem am kräftigsten sich entwickelten, der Stickstoff in dieser Verbindung für die Pflanzen somit am vorteilhaftesten ist.

II. Versuche mit Zuckerrüben. (Kl.-Wanzlebener Zucht.)

Die Einrichtung der Gefässe für diese Versuche ist von der für die Gerste nur insoweit verschieden, als statt dreier Glasröhren ein Becherglas auf die Bodenoberfläche gesetzt wurde (Fig. 2). Die beigefügte Fig. 6 zeigt den oberen Teil des Gefässes nach Wegnahme der Bechergläser.

A. Die Düngung pro kg wasserfreier Erde betrug:

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Kreide	Schwefels. Kali	Monocaliumphosphat	Schwefels. Ammoniak	Salpeters. Natron
	g	g	g	g	g
I. Schwache Salpeterdüngung	1	0.131	0.05	—	0.17
II. Starke „	1	0.262	0.10	—	0.34
III. Schwache Ammon.-Düngung	1	0.131	0.05	0.131	—
VI. Starke „	1	0.262	0.10	0.250	—
V. Sterilisiert und extrahiert	1	—	—	—	—
VI. Nicht sterilis., noch extrahiert	1	0.131	0.05	—	—

B. Auf jedes kg trockenen Bodens kamen somit:

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff in Form von	
			Schwefels. Ammoniak	Salpeters. Natron
	g	g	g	g
I. Schwache Salpeterdüngung	0.0708	0.028	—	0.0279
II. Starke „	0.1416	0.056	—	0.055
III. Schwache Ammon.-Düngung	0.0708	0.028	0.0277	—
IV. Starke „	0.1416	0.056	0.055	—
V. Sterilisiert und extrahiert	—	—	—	—
VI. Nicht sterilis., noch extrahiert	0.0708	0.028	—	—

C. Auf das Gesamtgewicht des Bodens jedes Gefässes kamen somit:

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Gew. des trockn. Bodens	Kali	Phosphorsäure	Stickst. i. Form v.	
				Schwefels. Ammon.	Salpeters. Natron
	g	g	g	g	g
I. Schwache Salpeterdüngung	29.477	2.087	—	—	0.822
II. Starke „	29.875	4.23	—	—	1.643
III. Schwache Ammon.-Düngung	29.737	2.105	0.823	0.788	—
IV. Starke „	31.136	4.408	1.712	1.712	—
V. Sterilisiert und extrahiert	29.56	—	—	—	—
VI. Nicht sterilis., noch extrahiert	30.496	2.094	—	—	—

D. Der Ernteertrag betrug in Grammen:

I. Gewicht der frischen Ernte:

Gefässnummer	I	II	III	IV	VI
Wurzel, wie sie an die Fabrik abgeliefert wird.	256.7	466.8	264.4	246.2	493.3
Blätter, Wurzelhals und Wurzelspitze	166.6	361	122.5	309.6	?

II. Trockengewicht der Ernte:

Gefässnummer	I	II	III	IV	VI
Wurzel	48.68	88.33	43.69	45.16	78.8
Blätter, Kopf und Spitze der Wurzel	35.20	54.0	36.0	47.2	58.3
Zusammen	83.88	142.3	79.69	92.36	137.10

E. Zuckergehalt der Wurzeln (die mit einer Reibe zerriebene Wurzel wurde nach der Methode Rapp-Degener mit Alkohol gekocht, so dass sich der Zuckergehalt also auf die ganze Wurzel bezieht):

Gefässnummer	I	II	III	IV	VI
	%	%	%	%	%
Gehalt der Wurzel an Zucker	12.66	12.99	9.66	8.70	11.05

F. Gehalt der Trockensubstanz der Wurzeln (in Proz.) an:

Gefäss-No.	Asche	Phosphorsäure	Stickstoff
I	5.28	1.203	1.76
II	5.97	1.259	1.82
III	6.62	1.769	2.03
IV	7.62	1.649	3.13
VI	7.04	0.986	2.119

G. Vergleichung der N-Entnahme durch die Ernte mit der Zufuhr im Dünger:

Gefäss-No.	I	II	III	IV	VI
Die Wurzeln allein enthielten an N . .	0.856	1.607	0.887	1.413	1.67
Dem Boden war N im Dünger zugeführt	0.822	1.643	0.823	1.712	0

Da die Wurzel allein dem Boden fast soviel Stickstoff entnommen hat, wie im Dünger zugeführt war, ist auch von dem bereits im Boden vor der Düngung vorhandenen Stickstoff durch die Pflanzen eine gewisse Menge aufgenommen.

Um zu zeigen, nach welchen Zwischenräumen die Gefässe zur Bestimmung der Transpirationsgrösse der Pflanzen gewogen wurden, teilen wir hier noch einmal die thatsächlich gefundenen Zahlen mit.

Durch die Pflanzen der folgenden Gefässe wurde verdunstet (in kg):

	I Schwache Salpeterdüngung	II Starke Salpeterdüngung	III Schwache Ammoniakdüngung	IV Starke Ammoniakdüngung	VI Gewöhnlicher Boden
Vom 1. Mai bis 12. Juni	0.23	0.336	0.259	0.15	0.489
„ 12. Juni „ 23. „	0.35	0.160	0.239	0.29	0.53
„ 23. „ „ 25. „	0.22	0.19	0.17	0.15	0.35
„ 25. „ „ 3. Juli	0.48	0.37	0.34	0.27	0.72
„ 3. Juli „ 13. „	1.12	0.96	0.75	0.59	1.04
„ 13. „ „ 16. „	0.50	0.67	0.44	0.37	0.61
„ 16. „ „ 21. „	0.71	0.98	0.68	0 50	0.84
„ 21. „ „ 25. „	1.08	1.34	1.02	0.66	1.08
„ 25. „ „ 28. „	0.63	0.85	0.76	0 51	0.76
„ 28. „ „ 1. Aug.	0.55	0.84	0.65	0 48	0.66
„ 1. Aug. „ 4. „	0.39	0.88	0 79	0.54	0.74
„ 4. „ „ 8. „	0.50	0.95	0.78	0.79	0.73
„ 8. „ „ 11. „	0.79	1.35	1.31	0.81	1.30
„ 11. „ „ 14. „	0.73	1 34	1.12	0.45	1.08
„ 14. „ „ 16. „	0.42	0.78	0.61	0.52	0.67
„ 16 „ „ 18. „	0.54	0.88	0.66	0.56	0.78
„ 18. „ „ 21. „	0.50	0.87	0.66	0.31	0.72
„ 21. „ „ 23. „	0.37	0.59	0.40	1.02	0.48
„ 23. „ „ 27. „	0.75	1.43	0.29	0.44	0.29
„ 27. „ „ 29. „	0.37	0.69	0.51	0.54	0.58
„ 29. „ „ 1. Sept.	0.45	0.82	0.44	0.52	0.74
„ 1. Sept. „ 4. „	0.39	0.72	0.46	0.46	0.69
„ 4. „ „ 6. „	0.28	0.63	0.34	0.41	0.55
„ 6. „ „ 8. „	0.36	0.57	0.30	0.41	0.53
„ 8. „ „ 12. „	0.40	0.89	0.46	0.65	0.76
„ 12. „ „ 15. „	0.30	0.95	0.64	0.85	0.95
„ 15. „ „ 17. „	0.12	0.37	0.09	0 28	0.32
„ 17. „ „ 19. „	0.26	0.78	0.48	0.63	0.76
„ 19. „ „ 22. „	0.30	0.78	0.44	0.73	0.70
„ 22. „ „ 24. „	0.32	0.83	0.44	0.65	0.74
„ 24. „ „ 26. „	0.14	0.50	0.28	0.49	0.52
„ 26. „ „ 29. „	0.20	0.53	0.30	0.53	0.54
„ 29. „ „ 1. Okt.	0.10	0.32	0.13	0.22	0 31
„ 1. Okt. „ 3. „	0.11	0 24	0.13	0.21	0.27
„ 3. „ „ 6. „	0.14	0.33	0.16	0.28	0.38
„ 6. „ „ 8. „	0.10	0.22	0.13	0.20	0.23
„ 8. „ „ 15. „	0.25	0.59	0.23	0.58	—
Im Ganzen	15.45	26.526	17.878	18.10	24.439

Eine schnellere Übersicht giebt die folgende Zusammenstellung.

Die Transspiration betrug (in kg) bei:

	I Schwache Salpeterdüngung	II Starke Salpeterdüngung	III Schwache Ammoniakdüngung	IV Starke Ammoniakdüngung	VI Gewöhnlicher Boden
Bis zum 3. Juli	1.28	1.056	1.008	0.86	2.089
Vom 3. Juli bis 1. Aug.	4.59	5.64	4.30	3.11	4.99
„ 1. Aug. „ 1. Sept.	5.81	10.58	7.56	6.44	9.11
„ 1. Sept. „ 1. Okt.	3.17	7.87	4.36	6.42	7.37
„ 1. Okt. „ 8. „	0.35	0.79	0.42	0.69	0.88
„ 8. „ „ 15. „	0.25	0.59	0.23	0.58	—

Bei den stärker mit Salpeter gedüngten Pflanzen ist die Transpiration durchgehends grösser gewesen, als bei den scwächer gedüngten. Nur kurze Zeit nach der Keimung (23/6—13/7) war das Verhältnis ein umgekehrtes. Der Grund dieser Erscheinung liegt wahrscheinlich darin, dass durch das Fortnehmen des grossen Becherglases die im Wachstum am weitesten vorgeschrittenen Pflanzen am meisten litten. Das schnellere Wachstum nämlich der mit Salpeter stärker gedüngten Pflanzen machte sich schon direkt nach der Keimung geltend, so dass bei diese durch die Wattehaube beschatteten und durch das Becherglas umschlossenen Pflänzchen, welche dadurch in einer mit Wasserdampf gesättigten Luft standen, die Störung in ihrer Entwicklung durch das Fortnehmen des Becherglases am grössten war (siehe die sogleich folgenden Notizen).

Heben wir nach den Zahlenzusammenstellungen das Resultat dieses Versuches noch einmal hervor, so sehen wir, dass sowohl die mit Salpeter, wie die mit Ammoniak gedüngten Pflanzen sich normal entwickelt haben. Bei den mit Ammoniak gedüngten Pflanzen hat die stärkere Düngung eine nur wenig grössere Ernte zur Folge gehabt, als die viel schwächere Düngung. Die Quantität Trockensubstanz der Wurzeln ist beinahe genau

gleich gross, diejenige der Blätter bei den stärker gedüngten Pflanzen beinahe $^1/_3$ höher, als bei den schwächer gedüngten. Aus den Zahlen für die Transpirationsgrösse folgt, dass die mit der doppelten Menge schwefels. Ammoniaks gedüngten Pflanzen bis zum 23/8 langsamer wuchsen, als die schwächer gedüngten, von jener Zeit an aber kräftiger zu wachsen anfingen. Die etwas grössere Ernte ist also die Folge eines relativ stärkeren Wachstums in der letzten Zeit vor allem der Bildung von viel Blattmasse, womit der niedrige Zuckergehalt der Pflanzen in Gefäss IV im Einklange ist.

Interessant ist noch die Vergleichung der Pflanzen in Gefäss I (halbe Salpeterdüngung), III (halbe Ammoniakdüngung) und IV (volle Ammoniakdüngung). Der Ertrag an Gesamttrockenmasse ist nicht sehr verschieden, nämlich bei III am kleinsten, bei IV am grössten, dagegen ist die Trockenmasse der Wurzeln bei I am grössten. Der Zuckergehalt der Wurzel in No. I beträgt 12.66 %, in No. III 9.66 % und in No. IV 8.7 %. Die Transpirationsgrösse der Pflanzen in Gefäss I ist bis zum 25. Juli grösser, als in No. III und IV, von diesem Datum an wird sie dagegen kleiner, als im Gefäss III, und bald auch als No. IV.

Die kräftigere Transpiration der Pflanze im Gefässe I verglichen mit derjenigen im Gefäss III und IV und das damit ohne Zweifel parallel gehende schnellere Wachstum in den ersten beiden Monaten beweist, dass der Stickstoff im Salpeter durch die Pflanzen besser, schneller assimiliert wird, als der Stickstoff des Ammoniaks. Im vorliegenden Falle hatte dies den Vorteil, dass bei der mit Salpeter gedüngten Pflanze das Wachstum früher zum Stillstande kam und eine stärkere Anhäufung von Zucker in der Wurzel stattfand. Ein hiermit übereinstimmendes Resultat ergiebt die Entwicklung der Pflanzen in Gefäss II und IV. Zur Illustration mögen noch einmal die Verhältniszahlen der Transpirationsgrösse nebeneinander gestellt werden.

Die verdunstete Wassermenge von Gefäss IV zu II verhält sich wie

Gefäss:	IV		II
Bis zum 3. Juli	100	:	123
Vom 3. Juli bis 1. August	100	:	181
Vom 1. August bis 1. September	100	:	165
Vom 1. September bis 1. Oktober	100	:	122
Vom 1. bis 8. Oktober	100	:	113
Vom 8. bis 15. Oktober	100	:	102

Wir sehen also, die mit Salpeter gedüngten Pflanzen Gefäss II wuchsen vor allem im Juli und August relativ viel stärker, als die mit Ammoniak gedüngten (IV). Von dieser Zeit an wurde der Wachstumsunterschied fortwährend geringer. Das stärkste Wachstum der Pflanzen in Gefäss II fand vom 27. bis 29. August statt, wo sie im Durchschnitt täglich 357 $^1/_2$ g Wasser verdunsteten.

Kurzer Auszug aus den Notizen. Die Rübensamen wurden am 1. Mai ausgesäet; die ersten Keimpflanzen wurden am 13. Mai sichtbar.

28. Mai. Die Pflanzen in Gefäss VI sind in der Entwicklung am weitesten. Die Samenlappen der Pflänzchen sind gross und breit.

Auf die Pflanzen in Gefäss VI folgen diejenigen in I und II (halbe und volle Salpeterdüngung). In allen drei Gefässen besitzen die meisten Pflänzchen ausser den Kotyledonen schon zwei Blättchen. Die Pflanzen in Gefäss III und IV (halbe und volle Ammoniakdüngung) besitzen ebenfalls kräftige, mehr lange als breite Kotyledonen, jedoch noch keine Blättchen. Die stärkere Wirkung des Salpeterdüngers ist also schon deutlich sichtbar. Im sterilisierten, extrahierten, nicht gedüngten Boden (V) sind die Samenlappen der Keimpflanzen klein und Blättchen noch nicht gebildet. In allen Gefässen, ausser V, werden alle Pflänzchen bis auf 2 weggenommen. Bei No. VI werden auch die Gläser weggenommen und sterilisierte Watte auf die Bodenoberfläche innerhalb des Glases gebracht.

3. Juni. Gegen Abend werden auch von No. I, II, III und IV die Gläser fortgenommen und sterilisierte Watte angebracht. Die Salpeterpflanzen sind den Ammoniakpflanzen in Entwicklung erheblich voraus, jedoch infolge der Beschattung durch die Wattehaube des Becherglases etwas hoch aufgeschossen im Vergleiche zu den mit Ammoniak gedüngten Pflänzchen die eben langsamer gewachsen sind.

4. Juni. Das Dach des Glashauses wird mit einer Strohmatte überdeckt, um die Pflänzchen gegen die starke Wirkung des Sonnenlichtes zu schützen.

5. Juni. Die mit Ammoniak gedüngten Pflanzen vertragen das Sonnenlicht gut, auch die Pflanzen in No. I, während die Blätter in No. II im Sonnenlichte schlaff niederhängen. Deshalb werden die Pflanzen in letztgenanntem Gefässe über Mittag noch einige Zeit durch einen Schirm von Bordpapier beschattet.

7. Juni. In Gefäss V ist ein Teil der Pflänzchen abgestorben, die wenigen noch lebenden werden, da ihr Absterben ebenfalls zu befürchten ist, aus dem Boden gezogen, um die Ursache des Absterbens kennen zu lernen. Obschon an den sehr schwachen Würzelchen noch feuchte Erde hängen bleibt, wird die Ursache des Absterbens doch mit Wassermangel gewesen sein.

Der Grund für diese Annahme liegt in der Thatsache, dass die Oberfläche des Bodens in den Gefässen beim letzten Erwärmen im Ölbade ziemlich stark austrocknen kann. Da nun innerhalb des Cylindermantels des Wasserzufuhrapparates (Fig. 2 und 5) die Bodenoberfläche nicht direkt benetzt wird, muss das Wasser hier in der Erde kapillär emporsteigen, was sehr langsam stattfindet. Werden die kleinen Keimpflanzen der Zuckerrüben hier schlecht ernährt und wachsen infolgedessen die Wurzeln sehr langsam, so ist ein Absterben aus Wassermangel denkbar, vor allem, da die Oberfläche des Bodens innerhalb des Cylindermantels in der Keimungszeit bei Zuckerrüben nicht mit Watte bedeckt ist, also direkt durch die Sonnenstrahlen getroffen wird.

Um einen zu geringen Wassergehalt der Bodenoberfläche auszuschliessen, wurde in den folgenden Jahren der Wassergehalt des Bodens vor dem Säen — bei den Zuckerrüben auch während der Keimung — stets kontroliert und event. ausgekochtes dest. Wasser auf die Oberfläche gebracht.

Wir entnehmen den Aufzeichnungen nur noch das Folgende.

Nachdem die Pflanzen soweit entwickelt waren, dass sie nach unserem Urteile gegen ungünstige Witterungseinflüsse stark genug waren, wurde aus jedem Gefässe noch eine Pflanze weggenommen, so dass nur noch eine darin übrig blieb. Die Pflanze in dem am stärksten mit Salpeter gedüngten Boden wuchs einige Zeit langsamer, als die schwächer gedüngte. Die Wegnahme der schützenden Bechergläser hat diesen Pflanzen also entschieden geschadet. — Die mit Ammoniak gedüngten Pflanzen hatten anfangs viel weniger und krausere Blätter, als die mit Salpeter gedüngten. Im Juli traten auf den älteren Blättern der erstern braune Flecken auf. Die Ursache dieser Erscheinung konnten wir nicht finden.

Versuche des Jahres 1889.

Wie früher wurde auch zu diesen Versuchen ein fruchtbarer humoser Sandboden verwendet. Der Glühverlust des bei 110° C. getrockneten Bodens betrug 2.64 %. Ferner waren in dem getrockneten Boden enthalten: 0.271 % Phosphorsäure, 0.155 % Kali, 0.1106 % Gesamtstickstoff, 0.0118 % Salpetersäure.

Die Gewichts-Wasserkapacität betrug vor der Sterilisation (i. M. von 3 Bestimmungen) 29.3 %, die des sterilisierten und

mit destilliertem Wasser extrahierten Bodens 20.25 %. Letztere Zahl wurde der Feststellung des Wasserquantums für die sterilisierten Gefässe zu Grunde gelegt. Die verwendeten Düngemittel hatten folgenden Gehalt an Nährstoffen:

Monocalciumphosphat	48.4 %	Phosphorsäure
Schwefels. Ammoniak	21.21 „	Stickstoff
Schwefels. Kali	54.03 „	Kali
Salpeters. Natron	16.47 „	Stickstoff
Phosphors. Ammoniak	21.21 „	Stickstoff
und	53.79 „	Phosphorsäure.

I. Versuch mit Hafer.

Die Herstellung der Kulturgefässe stimmte genau mit der von 1888 überein, nur wurde eine grössere Zahl (5) Glasröhren in die Bodenoberfläche gestellt und später innerhalb jeden Glases nur eine Pflanze belassen. — Im folgenden Jahre 1890 nahmen wir, wie früher, wieder 3 Gläser, jedoch von etwas grösserer Weite. Die kurzen Glasröhren wurden nicht mehr mit einem Wattepfropfen geschlossen, sondern über alle zusammen, wie bei den Zuckerrüben (Fig. 2), ein grosses Becherglas gesetzt, dessen Boden durch eine Wattehaube ersetzt war, bis die Pflanzen weit genug entwickelt waren.

Zum Versuche diente die frühreife Varietät Flying Scotchman, wovon wir ausgezeichnetes Saatgut von der Firma E. G. Oakshott & Co's, Reading and London, erhalten hatten.

Dem Boden wurde bei Beginn des Versuches soviel Wasser zugefügt, bis derselbe 11.36 % des trocknen Bodens = 56.1 % seiner Wasserkapacität enthielt. Auch zum Gefäss III wurden nicht mehr als 11.36 % Wasser gefügt, also kaum 40 % seiner Gewichts-Wasserkapacität. Das Gewicht des Gefässes wurde nach jeder Wägung wieder auf die einmal festgesetzte Höhe gebracht, natürlich nach Addition und Subtraktion des entsprechenden Gewichtes, wenn mit dem Gefässe Latten verbunden oder Gläser u. s. w. von demselben weggenommen wurden.

A. Düngung. Auf jedes kg bei 100—110° C. getrocknete Erde kamen:

Gefäss-No. und Art der N-Düngung.	Kreide g	Schwefels. Kali g	Monocalciumphosphat g	Salpeters. Natron g	Schwefels. Ammoniak g
I. Volle Salpeterdüngung . .	1	0.131	0.105	0.165	—
II. Halbe „ . .	1	0.131	0.105	0.0825	—
III. Nicht sterilisiert, noch extrahiert	—	—	—	—	—
IV. Volle Ammoniakdüngung .	1	0.131	0.105	—	0.128
V. Halbe „ . .	1	0.131	0.105	—	0.064
VI. Sterilisiert und extrahiert .	1	0.131	0.105	—	—

B. Auf jedes kg trockner Erde kam demnach:

	Kali g	Phosphorsäure g	Stickstoff in Form von Salpetersäure g	Stickstoff in Form von Ammoniak g
I. Volle Salpeterdüngung . .	0.0708	0.0508	0.0272	—
II. Halbe „ . .	0.0708	0.0508	0.0136	—
III. Nicht sterilisiert, noch extrahiert	—	—	—	—
IV. Volle Ammoniakdüngung .	0.0708	0.0508	—	0.0272
V. Halbe „ .	0.0708	0.0508	—	0.0136
VI. Sterilisiert und extrahiert .	0.0708	—	—	—

C. Gesamtgewicht der jedem Gefässe zugefügten Nährstoffe:

Gefäss-No.	Gewicht an trockner Erde kg	Kali g	Phosphorsäure g	Stickstoff in Form von Salpeter g	Stickstoff in Form von Ammoniak g
I	32.454	2.29	1.648	0.8827	—
II	31.731	2.246	1.612	0.4315	—
III	32 51	—	—	—	—
IV	32.237	2.282	1.637	—	0.876
V	31.979	2.264	1.624	—	0.435
VI	32.954	2.233	1.674	—	—

D. Ertrag von bei 100° C. getrockneter Ernte (in g):

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Tag der Ernte	Stroh	Kaff	Stroh u. Kaff zusammen	Körner	Gesamternte
I. Volle Salpeterdüngung . .	16. August	32.7	3.7	36.4	37.66	74.06
II. Halbe "	5. "	28.7	3.—	31.7	34.96	66.66
III. Gewöhnlicher Boden . .	7. "	30.4	3.1	33.5	31.68	65.18
VI. Volle Ammoniakdüngung .	23. "	10.2	1.24	11.44	12.24	23.68
V. Halbe "	23. "	9.2	1.22	10.42	10.3	20.72
VI. Sterilisiert und extrahiert	21. "	11.8	1.46	13.26	11.4	24.66

E. Gehalt der Trockensubstanz der Ernte (in Proz.):

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Körner			Stroh und Kaff[1])		
	Asche	Phosphorsäure	Stickstoff	Asche	Phosphorsäure	Stickstoff
I. Volle Salpeterdüngung . .	4.27	0.543	3.16	14.04	1.773	1.48
II. Halbe "	4.31	1.560	2.81	15.64	2.212	1.47
III. Gewöhnlicher Boden . .	4.10	1.350	3.07	15.34	0.686	1.49
IV. Volle Ammoniakdüngung .	5.23	1.426	3.11	18.16	3.95	1.49
V. Halbe "	5.12	1.50	3.44	17.47	3.24	1.94
VI. Sterilisiert etc.	5.48	1.552	3.52	17.18	4.72	1.58

F. Vergleichung der Stickstoffentnahme durch die Ernte mit der Zufuhr im Dünger:

Gefässnummer:	I	II	III	IV	V	VI
Art der Stickstoffdüngung	Volle Salpeterd.	Halbe Salpeterd.	0	Volle Ammoniakd.	Halbe Ammoniakd.	Ungedüngt
Stickstoffentnahme durch die Körner	1.19	0.982	0.972	0.38	0.354	0.401
Stickstoffentnahme durch Kaff u. Stroh	0.538	0.466	0.499	0.17	0.202	0.209
Zusammen	1.728	1.448	1.471	0.55	0.556	0.61
Dem Boden war im Dünger zugeführt	0.8827	0.431	0	0.876	0.435	0
Differenz dieser Zahlen[2])	0.845	1.017	1.471	— 0.326	0.121	0.61

[1]) Stickstoff und Phosphorsäure des Kaffes ist nicht bestimmt worden, sondern der Gehalt daran demjenigen des Strohes gleich gestellt.

[2]) Das Zeichen — deutet an, dass die Stickstoffzufuhr den Stickstoffgehalt der Ernte übertraf.

Aus diesen Zahlen ersieht man, dass die Ernte dem mit Salpeter gedüngten Boden doppelt bis dreimal soviel Stickstoff entnommen hat, als dem Boden im Dünger zugeführt wurde, während bei dem mit Ammoniak gedüngten Boden durch die Ernte nicht viel mehr oder selbst weniger Stickstoff entnommen ist, wie im Dünger zugeführt war. Die Düngung mit schwefels. Ammoniak hat hier die Stickstoffentnahme durch die Pflanzen überhaupt nicht befördert, denn diese ist nicht grösser, selbst noch etwas kleiner, als die der Ernte des sterilisierten, extrahierten und nicht mit Stickstoff gedüngten Bodens.

Um das Zahlenmaterial nicht zu sehr zu häufen, geben wir für die Wasserverdunstung nur die Summen längerer Zeitabschnitte.

Durch die Pflanzen wurde an Wasser verdunstet (in kg):

Gefässnummer:	I	II	III	IV	V	VI
Vom 16/4 bis 6/6	3.18	3.15	3.07	1.325	1.13	1.19
„ 6/6 „ 4/7	12.79	13.18	12.48	4.13	3.72	4.50
„ 4/7 „ 5/8	12.98	12.40	11.11	4.25	3.84	4.81
Im Ganzen	28.95	28.73	26.66	9.705	8.69	10.50

Das **Resultat** dieses Versuches lässt sich kurz dahin zusammenfassen, dass 1. Salpeter eine bedeutend bessere Stickstoffnahrung ist, als Ammoniak und dass 2. der mit Ammoniak gedüngte Boden keinen höheren Ernteertrag gegeben hat, als der mit Sticktoff nicht gedüngte, sterilisierte und seiner Salpetersäure beraubte Boden. Der nicht mit N. gedüngte Boden hat selbst eine allerdings sehr wenig grössere Ernte an Trockensubstanz geliefert, wie die mit Ammoniak gedüngten Böden. Angesichts dieses Versuchsresultates ist es zu bedauern, dass nicht schon in den früheren Jahren je ein Gefäss mit sterilisiertem, extrahiertem, mit Stickstoff jedoch nicht gedüngtem Boden aufgestellt worden ist. Der Grund, weshalb dies nicht geschah, lag in dem beschränkten Raum des Glashauses.

Aufzeichnungen über das Wachstum der Pflanzen in den verschiedenen Gefässen. Da bei keinem der früheren Versuche so grosse Wachstumsunterschiede zwischen den mit Salpeter und Ammoniak gedüngten Pflanzen eingetreten waren, sind über die Entwicklung derselben ausführliche Notizen gemacht worden. Es ist jedoch überflüssig, diese Aufzeichnungen hier mitzuteilen, da sie das Gesamtresultat der Ernte nur vollkommen bestätigen. Wir wollen hier deshalb nur ein paar allgemeine Bemerkungen mitteilen.

Es wurde schon bemerkt, dass zur Vermeidung eines zu dichten Standes der Pflanzen in den Glasröhren anstatt 3 nun 5 Glasröhren in die Bodenoberfläche gesetzt wurden, in welche je 2 Samenkörner gelegt, nach der Keimung jedoch nur eine Pflanze belassen wurde.

Die Samen wurden am 16. April gesät; am 27. April wurden die ersten Keimpflanzen sichtbar; am 2. Mai wurden die oberen Teile der Gläser mit den Wattepfropfen weggenommen und sterilisierte Watte auf die Bodenoberfläche gebracht.

Auffallend bei diesem Versuche war der schon erwähnte grosse Unterschied in der Entwicklung der mit Salpeter gedüngten Pflanzen gegenüber den mit Ammoniak oder gar nicht mit N gedüngten. In den Gefässen IV, V und VI blieb auch der Unterschied im Wachstum bei den verschiedenen Pflanzen in demselben Gefässe lange Zeit stark ausgeprägt.

Eine weitere Eigentümlichkeit war die sehr geringe Bestockung auch bei den mit Salpeter gedüngten Pflanzen. Der Grund dieser Erscheinung wird wohl in dem sehr warmen sonnigen Wetter liegen, infolgedessen die Pflanzen schnell in die Halme aufschossen.

Wie schon mitgeteilt, waren die Pflanzen reif in:

Gefäss	I	II	III	IV	V	VI
Datum	6.	5.	7.	23.	23.	21. August

Die mit Salpeter gedüngten Pflanzen waren demnach über 14 Tage früher reif, wie die mit Ammoniak gedüngten.

II. Versuch mit Zuckerrüben. (Samen von Dippe.)

Bezüglich der Einrichtung der Kulturgefässe können wir auf die bereits gemachten Mitteilungen verweisen.

A. Auf jedes kg bei 100—110 ° C. getrockn. Erde kamen (in g):

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Kreide	Schwefels. Kali	Monocalciumphosphat	Salpeters. Natron	Phosphors. Ammoniak	Schwefels. Ammoniak
I. Volle Salpeterdüngung .	1	0.402	0.379	0.44	—	—
II. Halbe „	1	0.402	0.379	0.22	—	—
III. Volle Düngung mit phosphors. Ammoniak . . .	1	0.402	—	—	0.341	—
IV. Halbe Düngung mit phosphors. Ammoniak . . .	1	0.402	0.1895	—	0.1705	—
V. Volle Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak .	1	0.402	0.379	—	—	0.341
VI. Halbe Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak .	1	0.402	0.379	—	—	0.1705
VII. Boden sterilis. u. extrah.	1	0.402	0.379	—	—	—

B. Auf jedes kg trockener Erde kommen somit (in g):

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff in Form von Salpeters. Natron	Phosphors. Ammoniak	Schwefels. Ammoniak
I. Volle Salpeterdüngung . .	0.217	0.183	0.0724	—	—
II. Halbe "	0.217	0.183	0:0362	—	—
III. Volle phosphors. Ammon.-D.	0.217	0.183	—	0.0724	—
IV. Halbe " "	0.217	0.183	—	0.0362	—
V. Volle schwefels. Ammon.-D.	0.217	0.183	—	—	0.0724
VI. Halbe " "	0.217	0.183	—	—	0.0362
VII. Sterilisiert und ertrahiert	0.217	0.183	—	—	—

C. Gesamtgewicht der jedem Gefässe im Dünger zugeführten Nährstoffe (in g):

Gefäss-No.	Das Gefäss enthielt trockene Erde kg	Kali	Phosphorphorsäure	Stickstoff in Form von Salpeters. Natron	Phosphors. Ammon.	Schwefels. Ammon.
I	32.550	6.92	5.97	2.356	—	—
II	31.372	6.67	5.75	1.136	—	—
III	32.540	6.92	5.97	—	2.355	—
IV	30.735	6.67	5.66	—	1.112	—
V	30.667	5.62	5.62	—	—	2.200
VI	32.300	6.66	5.92	—	—	1.169
VII	34.080	7.40	6.35	—	—	—

D. Ernteertrag (in g):

Gefäss-No.	I	II	III	IV	V	VI	VII
Gewicht der frischen Wurzel mit Wurzelspitze	416.7	295.7	83.7	62	95.7	129.1	69.6
Gewicht der frischen Wurzel ohne Wurzelspitze.	391.7	213	81.24	60.4	92.8	125.7	61.9
Gewicht der Blätter .	360.7	282	?	59.4	133	?	?
Trockengewicht d. Wurzel ohne Spitze . .	106.58	68.62	18.07	17.2	23.07	29.33	15.28
Trockengew. d. Blätter und d. Wurzelspitze	75	51	16.5	12.9	25.2	24.44	18.3
Zusammen	181.58	119.62	34.57	30.1	48.27	53.77	33.58
	%	%	%	%	%	%	%
Zuckergehalt d. Wurzeln	18.35	16.93	8.48	15.32	13.28	11.57	11.97

Das Trocknen der Wurzeln und Blätter geschah in der Weise, dass sie auf Nadeln aufgeriehen wurden — die Wurzeln, vorher in dünne Scheiben geschnitten. Die Nadeln wurden in einem Holzrahmen aus Latten befestigt, in einen Trockenschrank gestellt, in dem man starken Luftzug bewirken kann. Die Trocknung geschah anfangs bei 40—50° C. und allmählich bei höherer Temperatur. Man erhält so ein vollkommen helles, weisses Material. Dieses wurde nach der Abkühlung in einer trocknen, luftdicht schliessenden Glasflasche bewahrt und für die Untersuchung später fein gemahlen. Das beim Mahlen angezogene Wasser wurde durch Trocknen im Wasserstoffstrome bei 100° C. bestimmt.

E. Gehalt d. Trockensubst. an Asche, Phosphorsäure u. Stickstoff:

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Wurzel ohne Wurzelende			Blätter und Wurzelende		
	Asche %	Phosphorsäure %	Stickstoff %	Asche %	Phosphorsäure %	Stickstoff %
I. Volle Salpeterdüngung .	3.42	0.707	2.01	22.82	1.9	2.34
II. Halbe „	4.08	0.95	1.86	20.36	2.65	2.36
III. Volle phosphors. Ammon.-D.	5.67	1.46	4.08	20.50	6.11	4.53
IV. Halbe „ „	4.29	0.89	2.47	22.36	4.62	3.5
V. Volle schwefels. Ammon.-D.	4.30	1.19	2.86	19.51	3.91	4.56
VI. Halbe „ „	5.13	0.99	2.96	22.7	5.15	4.24
VII. Sterilisiert u. extrahiert .	5.03	1.41	3.00	20.5	5.23	4.28

F. Vergleichung der Stickstoffentnahme durch die Ernte und der Zufuhr im Dünger:

Gefäss-No.	I	II	III	IV	V	VI	VII
In der Wurzel war enthalten . . .	2.14	1.276	0.737	0.425	0.659	0.868	0.458
In den Blättern u. Wurzelende . .	1.75	1.20	0.747	0.451	1.149	1.036	0.783
Zusammen	3.89	2.476	1.484	0.876	1.808	1.904	1.241
Stickstoff im Dünger zugefügt . . .	2.356	1.136	2.355	1.112	2.20	1.169	0
Die Ernte enthielt mehr oder weniger als der Dünger	+1.534	+1.340	—0.871	—0.236	—0.40	+0.735	+1.241

Der Wassergehalt des Bodens in den Gefässen betrug ebenfalls 11.36 % der bei 100—110° C. getrockneten Erde also 56.1 %, der Wasserkapacität des steriliserten und extrahierten Bodens. Mit der Gewichtszunahme der Pflanzen verminderte sich der Wassergehalt (siehe frühere Mitteilungen) ein wenig.

G. Die Verdunstung betrug in kg:

Gefäss-No.	I	II	III	IV	V	VI	VII
Vom 24/5 bis 3/8	7.714	5.02	2.065	1.592	1.525	1.26	1.36
„ 3/8 „ 3/9	9.55	6.65	1.85	1.43	2.55	2.36	2.48
„ 3/9 „ 9/10	6.93	5.08	—	—	—	—	—
„ 3/10 „ 14/10	—	—	1.60	1.38	2.44	2.99	2.33
Im Ganzen	24.194	16.75	5.515	4.402	6.515	6.61	6.17

Das Resultat dieses Versuches ist demnach, dass die Pflanzen in dem Boden mit der schwächeren Salpeterdüngung ungefähr einen dreimal so hohen Ernteertrag geliefert haben, als die mit Ammoniak gedüngten, die Pflanze im Boden mit starker Salpeterdüngung einen vier- bis fünfmal so hohen. Das schwefelsaure Ammoniak hat besser gewirkt, als das phosphorsaure. Die stärkere und schwächere Düngung mit Ammoniak hat nahezu denselben Ernteertrag geliefert, während schliesslich der mit N. nicht gedüngte Boden beinahe dieselbe Ernte produziert hat, wie der mit phosphorsaurem Ammoniak gedüngte. Der Zuckergehalt der mit Salpeter ernährten Pflanze ist wiederum der höchste. Auffallend ist der niedrige Zuckergehalt der Wurzel im Gefässe III, während umgekehrt der Phosphorsäuregehalt der Wurzel sehr hoch ist.

Bemerkungen. Der Samen wurde am 24. Mai in den Boden gebracht, die Ernte der mit Salpeter gedüngten Pflanzen fand am 16. Oktober, diejenige der mit Ammoniak gedüngten Pflanzen, sowie die des Gefässes VII am 22. Oktober statt.

Weitere Mitteilungen über die Entwicklung der einzelnen Pflanzen sind überflüssig, da dieselbe dem Ernteergebnis und der Wasserverdunstung durchaus entsprach.

Versuche des Jahres 1890.

I. Versuch mit Hafer. (Varietät Victoria prize.)

Der zu den Versuchen dieses Jahres verwendete Boden war wiederum humushaltiger Sandboden. Die Gewichts-Wasserkapacität desselben betrug vor der Sterilisation 22.9 %, nach

der Sterilisation und Extraktion 19.24 %, der Glühverlust des bei 110 ° C. getrockneten Bodens 2.83 %. Ferner hatte der trockene Boden einen Gehalt an Gesamtstickstoff von 0.11 %, Phosphorsäure 0.238 %, Salpetersäure 0.0106 %. Die Herrichtung der Gefässe stimmt vollständig mit der des vorabgehenden Jahres überein, nur standen in der Oberfläche jedes Gefässes nur 3 weite Glasröhren mit je 2 Pflanzen.

Düngung. Auf 1 kg des bei 110 ° C. getrockneten Bodens wurde gegeben (in g):

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Schwefels. Kali	Monocalcium-phosphat	Schwefels. Ammoniak	Salpeters. Natron
I. Schwefels. Ammoniak . . .	0.130	0.104	0.1	—
II. „ „ . . .	0.130	0.104	0.1	—
III. Boden sterilisiert u. extrahiert, nicht mit N gedüngt . .	0.130	0.104	—	—
IV. Desgleichen	0.130	0.104	—	—
V. Salpeters. Natron	0.130	0.104	—	0.1284
VI. „ „	0.130	0.104	—	0.1284

Auf 1 kg getrockneter Erde kamen somit (g):

Gefäss-No. und N-Düngung	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff in Form v. Ammoniak	Stickstoff in Form v. Salpeter
I u. II. Schwefels. Ammoniak .	0.0702	0.0505	0.0212	—
II „ III. Boden sterilisiert, kein N-Dünger	0.0702	0.0505	—	—
V „ VI. Salpeters. Natron . .	0.0702	0.0505	—	0.0212

Das Gesamtgewicht der im Dünger zugeführten Stoffe betrug somit:

Gefäss-No. und N-Düngung	Das Gefäss enthielt an wasserfr. Erde kg	Kali g	Phosphorsäure g	Stickstoff als Ammoniak g	Stickstoff als Salpeter g
I. Schwefels. Ammon.	30.746	2.158	1.552	0.652	—
II. „ „	30.648	2.151	1.547	0.649	—
III. Kein Stickstoff . .	30.666	2.152	1.548	—	—
IV. „ „ . .	31.415	2.205	1.585	—	—
V. Salpeters. Natron .	30.72	2.156	1.557	—	0.651
VI. „ „ .	30.521	2.149	1.546	—	0.649

Der Wassergehalt des Bodens wurde auf 60 % der Kapacität des sterilisierten und extrahierten Bodens gehalten.

Wie bei den früheren Versuchen wurde das Wasser anfangs nach längeren, später, als das Wachstum energischer wurde, nach kürzeren Zwischenräumen wieder angefüllt.

Die bei 100 ° C. getrocknete Ernte stellte sich bei den verschiedenen Gefässen auf (g):

Gefäss-No.	I	II	III	IV	V	VI
Körner	5.05	6.33	8.40	5.24	38.3	35.55
Stroh	7.4	8.25	10.0	8.25	41.25	38.05
Kaff	0.9	1.22	1.70	1.01	2.45	2.25

Die Ernte fand am 20. August statt.

Die Trockensubstanz der Ernte enthielt an:

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Körner			Stroh			Kaff
	Asche %	Phosphorsäure %	Stickstoff %	Asche %	Phosphorsäure %	Stickstoff %	Stickstoff %
I. Schwefels. Ammon.	5.66	1.72	3.34	21.58	5.76	2.1	1.83
II. „ „	5.17	1.61	3.41	21.1	5.36	1.72	1.45
III. Sterilis. u. extrah., kein N-Dünger	4.88	1.54	3.41	17.86	4.36	1.85	1.8
IV. Desgleichen	5.69	1.74	3.75	22.23	5.83	2.0	?
V. Salpeters. Natron	4.16	1.43	3.10	15.12	2.44	1.4	1.6
VI. „ „	4.08	1.36	2.96	13.7	2.23	1.6	1.54

Vergleichung der N-Entnahme durch die Ernte mit der Zufuhr im Dünger (g):

Gefäss-No.	I ($[NH_4]_2SO_4$)	II ($[NH_4]_2SO_4$)	III (Kein Stickst.)	IV (Kein Stickst.)	V ($NaNo_3$)	VI ($NaNo_3$)
N-Entnahme durch Körner	0.168	0.215	0.286	0.195	1.187	1.052
N-Entnahme durch Stroh	0.155	0.142	0.185	0.165	0.577	0.608
N-Entnahme durch Kaff	0.01	0.017	0.030	0.018?	0.039	0.694
Zusammen	0.333 •	0.374	0.501	0.378	1.803	1.694
Der Boden hatte N im Dünger erhalten	0.652	0.649	0	0	0.651	0.649
Die Ernte enthielt mehr od. weniger N, als im Dünger gegeben war	—0.331	—0.275	+0.510	+0.378	+1.152	+1.045

Die Transpiration der Pflanzen betrug (in kg):

Gefäss-No.	I	II	III	IV	V	VI
Vom 10. April bis 28. Juli . .	1.923	2.06	2.016	1.899	8.202	7.417
im Ganzen bis 20. August .	4.713	5.02	6.676	5.039	27.282	24.027

Aus der Vergleichung der Quantität Stickstoff, welche dem Boden durch die Pflanzen entnommen ist, mit den dem Boden im Dünger zugeführten, wird ersichtlich, dass die Ernten bei diesen wie bei früheren Versuchen eine viel grössere Menge Stickstoff enthielten, als dem Boden im Dünger gegeben war. Auch dem mit Stickstoff nicht gedüngtem Boden haben die Pflanzen noch erhebliche Stickstoffmengen entzogen.

Es ist nun eine Frage von Bedeutung, in welcher Verbindung dieser Stickstoff den Pflanzen zur Verfügung gestanden hat. Um die Antwort auf diese Frage zu finden, wurde in diesem Jahre unmittelbar nach der Ernte in der Erde der Gefässe der Gehalt an Ammoniak bestimmt. Die Erde jedes Gefässes wurde im Menggefässe gleichmässig gemengt. Darauf der Wassergehalt derselben bestimmt und gleichzeitig drei Bodenproben von ziemlich genau 100 g in Glaskolben abgewogen. Zu der Erde im Glaskolben wurden dann erst 100 ccm destilliertes Wasser und darauf soviel reine, konzentrierte Salzsäure (10 ccm) gefügt, dass die Flüssigkeit sauer reagierte. Nach ausreichendem Schütteln wurde schliesslich noch soviel destilliertes Wasser in den Kolben gebracht, dass die gesamte Flüssigkeit 400 ccm betrug. Nach wenigstens 6 stündigem Stehen unter zeitweisem Schütteln wurden 200 ccm von der Flüssigkeit abfiltriert, auf 20 ccm eingedampft, in einem Destillier-Kolben verdünnt, das Ammoniak mit ausgeglühter Magnesia abdestilliert und in verdünnter Schwefelsäure aufgefangen.

Es wurden an N in Form v. Ammon. (auf wasserfr. Erde ber.) gefunden:

Gefäss-No. und Art der Stickstoffdüngung	Stickstoff als Ammoniak im wasserfreien Boden %	Gewicht der wasserfreien Erde des Gefässes kg	Stickstoff als Ammon. in der gesamten Erde des Gefässes g
I. Schwefels. Ammoniak . . .	0.0058*	30.746	1.783
II. „ „	0.0044	30.648	1.364
III. Kein Stickstoffdünger . . .	0.0024	30.666	0.751
IV. „ „	0.0044	31.415	1.382
V. Salpeters. Natron	0.0016	30.72	0.491
VI. „ „	0.0015	30.621	0.352

Nehmen wir an, dass durch die Wattebedeckung kein Stickstoff als Ammoniak in die Erde gedrungen ist, so finden wir den Gehalt an Stickstoff des Bodens in jedem Gefässe in der Form von Ammoniak und Salpeter bei Beginn des Versuches durch folgende Zusammenstellung.

Gefäss-No.	I	II	III	IV	V	VI
Art der N-Düngung	$(NH_4)_2SO_4$	$(NH_4)_2SO_4$	0	0	Salpeter	Salpeter
N-Gehalt des Bodens als Ammoniak nach der Ernte . . .	1.783	1.364	0.751	1.382	0.491	0.352
N-Gehalt der Ernte	0.333	0.374	0.501	0.378	1.803	1.694
Summa	2.116	1.738	1.252	1.76	2.294	2.046
N dem Boden im Dünger zugefügt	0.652	0.649	0	0	0.651	0.649
Differenz der letzten 2 Zahlen . . .	1.464	1.089	1.251	1.760	1.643	1.397

Bei dieser Rechnung ist vorläufig angenommen — natürlich keineswegs bewiesen — dass die Pflanzen ihren Gesamtstickstoff als Ammoniak oder Salpeter aufgenommen haben.

Bevor wir aus dieser Zahlenzusammenstellung eine Schlussfolgerung ziehen, ist es vielleicht nicht überflüssig, zu bemerken, dass es nicht möglich ist, 30 kg Erde so gleichmässig zu mengen, dass der Ammoniakgehalt von 100 g Erde mit dem Durchschnittsgehalte der 30 kg genau übereinstimmt. Die Genauigkeit der Untersuchungen des Ammoniakgehaltes des Bodens lässt darum ohne Zweifel zu wünschen übrig, vor allem wenn der Gehalt daran sehr niedrig ist.

Die erste Zahlenreihe beweist, dass 1. in der Erde aller Kulturgefässe nach der Ernte noch Ammoniak enthalten war, und 2. dass der Ammoniakgehalt der Erde am grössten war in den Gefässen, welchen durch die Pflanzen am wenigsten Stickstoff entzogen war. (Man vergl. die Zahlen 1.783 und 1.364 g der Gefässe I und II mit den Zahlen 0.491 und 0.352 g der Gefässe V und VI.) Die Vergleichung der Gefässe III und IV ergiebt ein gleiches Resultat. Es wird hierdurch wahrscheinlich, dass ausser in der Form von Salpeter die Pflanzen ihren übrigen Stickstoff in der Verbindung von Ammoniak aufgenommen haben.

Interessant ist auch die Thatsache, dass die Ernährung mit Salpeter die Pflanzen in den Stand gesetzt hat, grosse Mengen N in anderer Verbindung aufzunehmen. Während

nämlich die mit Ammoniak gedüngten Pflanzen in der Ernte weniger Stickstoff (0.333 und 0.275 g) enthielten, als dem Boden im Dünger gegeben war, enthielten die mit Salpeter gedüngten Pflanzen bedeutend mehr, nämlich 1.152 und 1.045 g (siehe S. 59).

Weiter haben wir noch hervorzuheben, dass die mit Stickstoff gar nicht gedüngten Gefässe eine mindestens ebenso hohe Ernte geliefert haben, wie die mit schwefelsaurem Ammoniak gedüngten.

Besondere Bemerkungen über die Entwicklung der Pflanzen in den verschiedenen Gefässen mitzuteilen, ist überflüssig. Die Thatsache, dass die Ernte an Trockensubstanz von den mit Salpeter gedüngten Pflanzen 5.5 mal so gross war, als die von den mit Ammoniak gedüngten, beweist zur Genüge, wie bedeutend der Wachstumsunterschied der Pflanzen war.

II. Versuch mit Chevaliergerste.

Der Wassergehalt des Bodens wurde auch bei diesem Versuche nach jeder Wägung wiederum auf 60 % der Kapacität des sterilisierten und extrahierten Bodens gebracht. Die verwendete Erde war wiederum dieselbe, wie bei Versuch I.

Düngung. Auf 1 kg der bei 110° C. getrockn. Erde kamen:

Gefäss und Art der N-Düngung	Schwefels. Kali g	Monocalcium-phosphat g	Schwefels. Ammon. g	Salpeters. Natron g
I. Schwefels. Ammon. . . .	0.13	0.104	0.130	—
II. " " . . .	0.13	0.104	0.130	—
III. Sterilisiert und extrahiert .	0.13	0.104	—	—
IV. " " " .	0.13	0.104	—	—
V. Salpeters. Natron	0.13	0.104	—	0.167
VI. " "	0.13	0.104	—	0.167

Auf jedes kg trockner Erde kamen somit (g):

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff in Form von Schwefels. Ammon.	Stickstoff in Form von Salpeter
I. Schwefels. Ammon. . . .	0.0702	0.0505	0.0275	—
II. " " . . .	0.0702	0.0505	0.0275	—
III. Sterilisiert und extrahiert .	0.0702	0.0505	—	—
IV. " " " .	0.0702	0.0505	—	—
V. Salpeters. Natron	0.0702	0.0505	—	0.0276
VI. " "	0.0702	0.0505	—	0.0276

Gesamtgewicht der dem Boden im Dünger zugeführten Nährstoffe.

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Das Gefäss enthielt trockne Erde kg	Kali g	Phosphorsäure g	Stickst. i. Form v. Ammoniak g	Stickst. i. Form v. Salpeter g
I. Schwefels. Ammoniak . . .	29.596	2.167	1.494	0.8143	—
II. " " . . .	31	2.246	1.565	0.8525	—
III. Sterilisiert und extrahiert .	30.103	2.077	1.520	—	—
IV. Desgleichen	30.637	2.150	1.547	—	—
V. Salpeters. Natron	29.87	2.09	1.508	—	0.8284
VI. " "	30.248	3.177	1.527	—	0.8347

Die Ernte wurde an zwei verschiedenen Terminen vorgenommen, nämlich von den Gefässen II, III, VI am 1. Juli, von No. I, IV, V am 27. August.

Die Ernte der ersten drei Gefässe ergab an Trockensubstanz:

Gefäss-No.	II	III	VI
Art der N-Düngung	Schwefels. Ammon.	Boden sterilis. Kein N-Dgr.	Salpeters. Natron
Ernte	12.5 g	10.2 g	34.9 g

Die Trockensubstanz enthielt (Proz.):

Gefäss-No.	Asche	Phosphorsäure	Stickstoff
II	22.06	3.17	3.5
III	22.55	2.89	3.41
IV	15.95	2.28	3.51

Durch die Ernte wurde demnach dem Boden an N entnommen:

No. II	No. III	No. VI
0.437 g	0.348 g	1.22 g

Mit dem Ernteertrage steht die Grösse der Transpiration der Pflanzen im Einklange. Es wurde nämlich vom 26. April bis 1. Juli verdunstet:

Gefäss:	II	III	VI
	2.36	2.24	8.33 kg Wasser.

Den 22. Mai, wo die Gefässe photographiert wurden, war der Wachstumsunterschied in den Gefässen I—IV sehr gering, während die Pflanzen in diesen vier nicht mit N oder mit Ammoniak gedüngten Gefässen bedeutend zurück waren gegenüber denjenigen in den Gefässen V und VI (Salpeterdüngung).

Nach der Ernte wurde die Erde jedes Gefässes in dem Menggefäss gleichmässig gemischt und auf ihren Gehalt an Ammoniak untersucht, mit folgendem Ergebnis:

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Die Erde enthielt N als Ammoniak %	Gewicht der wasserfr. Erde des Gefässes kg	Ammoniak-N in der Erde des Gefässes g
II. Schwefels. Ammon. . . .	0.0064	31	1.984
III. Kein N (Boden sterilisiert und extrahiert)	0.0064	30.003	1.384
VI. Salpeters. Natron	0.0064	29.87	0.45

Die Ernte der Gefässe I, IV und V geschah am 27. August, wo die Pflanzen in den mit Salpeter gedüngten Gefässen reif, in den anderen beiden dagegen noch unreif waren.

Die bei 100° C getrocknete Ernte betrug (g):

Gefäss-No.	I	IV	V
Düngung:	Schwefels. Ammon.	Boden sterilis. u. extrah. kein N	Salpeters. Natron
Ähren mit Körnern . . .	24.9	28.7	50.9
Stroh	23.3	28.9	50.0
Im ganzen	48.2	57.6	100.9

Leider sind die gesonderten Gewichte der Körner und des Kaffes mit Ährenspindel nicht notiert oder verloren gegangen. Wohl sind Körner und Kaff gesondert untersucht. Das Ergebnis war folgendes:

Gehalt der Trockensubstanz (%) an:

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Körner			Stroh			Kaff und Ährenspindel
	Asche	Phosphorsäure	Stickstoff	Asche	Phosphorsäure	Stickstoff	N
I. Schwefels. Ammon. .	3.96	1.30	2.87	22.2	2.51	1.82	1.62
IV. Kein N. Boden steril. und extrahiert . . .	3.81	1.41	2.40	19.92	2.27	1.56	1.69
V. Salpeters. Natron . .	3.68	1.43	2.87	15.48	1.83	1.76	1.06

Es wurde durch die Pflanzen an Wasser verdunstet:

Gefäss-No.	I	IV	V
	10.96	13.24	27.01 kg.

Die Erde jedes dieser Gefässe ist auf ihren Gehalt an Ammoniak untersucht worden. Das Ergebnis dieser Untersuchung enthält die folgende Tabelle.

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Die trockne Erde enthielt N als Ammon. %	Gewicht der wasserfr. Erde kg	Ammoniak-N der Erde g
I. Schwefels. Ammon.	0.00455	29.596	1.346
IV. Kein N. Boden sterilisiert und extrahiert	0.00245	30.637	0.751
V. Salpeters. Natron	Spuren	30.248	Spuren

Die Schlussfolgerungen aus diesem Versuche lassen sich wie folgt zusammenfassen.

1. Auch hier ist Salpeter eine bedeutend bessere Nahrung für die Pflanzen gewesen, als Ammoniak. Dies wird vor allem deutlich sichtbar, wenn man die Trocken-

substanz der früher (A) und später (B) geernteten Pflanzen miteinander vergleicht. Dieselbe betrug nämlich:

A.	No. II	III	VI
	Schwefels. Ammon.	Kein Stickstoff	Salpeters. Natron
	12.5 g	10.2 g	34.9 g

B.	No. I	IV N	V
	48.2 g	57.6 g	100.9 g

Die Ernte an Trockensubstanz ist somit bei den mit Salpeter gedüngten, früh geernteten Pflanzen ungefähr dreimal so gross, wie bei den mit Ammoniak gedüngten oder den mit N nicht gedüngten, während bei den später geernteten Pflanzen sich dieses Verhältnis ungefähr wie 2 : 1 stellt. Solange die Pflanzen somit sich mit Salpeter kräftig ernähren konnten, übertraf deren Produktion von Trockensubstanz diejenige der mit Ammoniak ernährten Pflanzen sehr erheblich.

Nehmen wir an, dass die Produktion von Trockensubstanz bis zum 1. Juli von den Pflanzen in Gefäss-No. I und II gleich gross war und ebenso die der Pflanzen in No. III und IV und in No. VI und V, dann wurde vom 1. Juli bis 27. August noch an Trockenmasse produziert in Gefäss

I	IV	V
35.7 g	47.4 g	66.0 g

Nach dem Verbrauche eines grossen Teiles des Salpeters ist somit auch die Produktion an Trockensubstanz sehr vermindert. Dass dieselbe die der mit Ammoniak ernährten Pflanzen noch übertroffen hat, erklärt sich leicht durch die grössere Ausbreitung des Wurzelnetzes und durch die grössere Blattmasse, welche die mit Salpeter gedüngten Pflanzen am 1. Juli besassen.

2. Die in der ersten Zeit ihres Wachstums mit Salpeter ernährten Pflanzen waren am frühesten reif.

3. Dass die Stickstoffnahrung sowohl bei den mit Stickstoff nicht gedüngten Pflanzen, als bei den mit Salpeter und Ammoniak gedüngten, ausser dem Salpeter ausschliesslich Ammoniak gewesen sein wird, ist kaum zweifelhaft.

Im Einklange mit dieser Schlussfolgerung steht wenigstens die Thatsache, dass am Ende des Versuches die Erde aller Gefässe noch Ammoniak enthielt, No. V allerdings nur Spuren. Sehr wahrscheinlich wird diese Annahme durch den Unterschied im Ammoniakgehalte des Bodens der früher und später geernteten Pflanzen. Stellen wir zur Verdeutlichung die Zahlen noch einmal übersichtlich zusammen.

Früh geerntet:

Gefäss-No.	II (Schwefels. Ammon.)	III (Kein Stickstoff)	VI (Salpeter)
Gehalt des Ammon.-N in der Erde:	1.98 g	1.384 g	0.45 g

Spät geerntet:

Gefäss-No.	I (Schwefels. Ammon.)	IV (Kein Stickstoff)	V (Salpeter
Gehalt des Ammon.-N in der Erde:	1.34 g	0.75 g	0 g
Differenz beider Zahlen:	0.64 g	0.634 g	0.45 g

Es wurde bereits erwähnt, dass die Sonderziffern für das Gewicht der Körner und Kaffs nicht notiert sind. Nehmen wir an, dass von dem Gesamtgewicht dieser Stoffe dasjenige der Körner $^2/_3$, von Kaff und Ährenspindel $^1/_3$ betragen hat, so würde die Differenz des N-Gehaltes der früher und später geernteten Pflanzen folgende sein:

Früh geerntet:

Gefäss-No.	II	III	VI
N in der Ernte . . .	0.437 g	0.348 g	1.22 g

Spät geerntet:

Gefäss-No.	I	IV	V
N in der Ernte:			
Körner	0.486 g	0.459 g	0.974 g
Kaff u. Spindel d. Ähre	0.134 „	0.161 „	0.298 „
Stroh	0.424 „	0.450 „	0.53 „
Zusammen:	1.044 g	1.07 g	1.802 g

Differenz des N-Gehaltes in den Gefässen:

I u. II	III u. IV	V u. VI
0.607 g	0.722 g	0.58 g

Man sieht, diese Zahlen stimmen ausreichend genau mit denjenigen überein, welche die Differenz des Gehaltes an

Ammoniakstickstoff der Erden in den betreffenden Gefässen angeben.

Versuche des Jahres 1891.

Der für diesen Versuch gewählte Boden stimmte mit den zu den früheren Versuchen verwendetem in der Hauptsache überein, obwohl für jeden Versuch neue Erde vom Felde geholt wurde.

Es wurde jedoch nicht wie früher der lufttrockene Boden des Feldes direkt untersucht, sondern nachdem derselbe im Ölbade zur Tötung der Salpeterbakterien erwärmt, darauf zur Entfernung von Salpeter mit destilliertem Wasser extrahiert und schliesslich im Ölbade wiederum genügend getrocknet war. Die Untersuchung dieser Erde ergab folgendes Resultat:

Gewichtswasserkapacität	19.25	%
Glühverlust	3.64	„
Humus (bestimmt durch Oxydation des C mittelst chromsauren Kalis und Schwefelsäure	2	„
Abschlämmbare Teile (mit dem Schöneschen Apparate b. geringem Druck)	11.5	„
N-Gehalt	0.126	„
Phosphorsäure	0.28	„
Kalk	0.11	„

Änderung in der Einbringung des N-Düngers in den Boden.

Bei allen bis zum Jahre 1891 gemachten Versuchen wurde, wie wir sahen, der Stickstoffdünger ebenso wie die übrigen Düngestoffe mit der Erde vermengt, nachdem diese vorher im Ölbade erwärmt, ihrer Salpetersäure beraubt und hiernach im Ölbade wiederum so lange erwärmt war, bis sie trocken genug war, um vollkommen gleichmässig mit dem Dünger vermengt werden zu können.

Bei den Versuchen dieses Jahres wurde mit Bezug auf die Vermengung der, Phosphorsäure und Kali enthaltenden, Düngemittel mit der Erde genau so, wie bei den früheren Versuchen, verfahren. Der Stickstoffdünger dagegen wurde nicht gleichzeitig mit diesen Düngestoffen dem Boden einverleibt, sondern erst, nachdem die mit Kali und Phosphorsäure gedüngte Erde in die betreffenden Gefässe gebracht und nun im

Ölbade einige Zeit auf 100° C. erwärmt war, um Salpeterbakterien, die während des Mengens mit den Düngemitteln event. in die Erde gekommen sein mochten, sicher zu töten. Dabei wurde vor dem Einsetzen der Gefässe ins Ölbad, wie gewöhnlich, unten in dieselben $^1/_2$ oder 1 l destilliertes Wasser gebracht und die Oberfläche der Erde mit einer dicken, über den Rand des Gefässes greifenden Wattelage bedeckt.

Nachdem die Gefässe aus dem Ölbade genommen waren, wurde der Apparat für die Wasserzufuhr zum Boden mit der daran angebrachten Kautschukschlange, ferner Watte und die in die Oberfläche des Bodens einzusetzenden Cylindergläser, kurzum alle die Gegenstände, welche auf die Bodenoberfläche der Gefässe gebracht werden mussten, sterilisiert. Dies geschah einfach auf die folgende Weise. Ein Kulturgefäss wurde bis zu ungefähr $^1/_8$ seiner Höhe mit „sterilisierter" Erde gefüllt, auf diese Watte und dann die genannten Gegenstände gelegt, wonach das Gefäss wieder mit Watte bedeckt und unten in dasselbe destilliertes Wasser gebracht wurde. Das Gefäss wurde dann in das Ölbad gesetzt und nun durch Erwärmen desselben die Watte und Gegenstände im Gefässe auf gleiche Weise durch Dampf sterilisiert, wie vorher der Boden selbst.

Nun erst wurde die Stickstoffdüngung zum Boden gefügt. Zu dem Zwecke wurde die abgewogene Menge des Salzes in destilliertem Wasser aufgelöst und in einem mit einem Wattepfropfen geschlossenen Glaskolben einige Zeit gekocht, abgekühlt und nochmals aufgekocht.

Was war der Grund dieser Änderung in der Weise der Stickstoffdüngung?

Bei den bis zu diesem Jahre vorgenommenen Versuchen mit verschiedenen Gewächsen war unser Hauptaugenmerk darauf gerichtet, eine Infektion des Bodens mit Salpeterbakterien zu verhüten, und im Falle während der Herrichtung der Gefässe eine solche stattgefunden haben sollte, die Bakterien unmittelbar zu töten. Dieses wurde, wie die Erfahrung gelehrt hat, dadurch, dass das Kulturgefäss nach vollständiger Herrichtung noch einmal ins Ölbad gebracht und die Erde, Watte, Gläser u. s. w. einige Zeit auf 100° C. erwärmt wurden, vollkommen erreicht.

Wir gingen von der Annahme aus, dass bei der letzten Erwärmung der Gefässe — vor dieser letzten Erwärmung hatte,

wie wir gesehen haben, eine sehr sorgfältige Mengung der Erde der verschiedenen Gefässe stattgefunden — Ammoniak aus dem Boden nicht, oder doch in keiner, das Versuchsresultat irgendwie beeinträchtigenden Menge entweichen werde.

Inwieweit diese Annahme richtig ist, haben wir später durch Versuche, welche wir unten mitteilen werden, festzustellen versucht. In jedem Falle erschien es uns zweckmässig, die Richtigkeit unserer Überzeugung, dass der Wachstumsunterschied der mit Salpeter oder Ammoniak gedüngten Pflanzen bei den angestellten Versuchen nicht die Folge eines etwa eintretenden ungleichen Verlustes der Erde an Ammoniak bei der letzten Erwärmung der Gefässe im Ölbade war, durch den Versuch selbst zu beweisen.

Kehren wir nach dieser Abschweifung zur Mitteilung der Weise, wie in 1891 die Stickstoffdüngung gegeben wurde, zurück. Nachdem die Lösung des Salpeters oder des Ammoniaksalzes durch zweimaliges Aufkochen „sterilisiert" war, wurde ein eisernes Gefäss (ein Steinkohlenbehälter), ein grosser, flacher Löffel aus verzinntem Eisenblech und ein paar grosse Porzellanspatel in der Gasflamme sterilisiert und danach aus dem zu düngenden Kulturgefässe 10 kg Erde mit dem Löffel in das eiserne Gefäss gebracht. Hier wurde zu dem Boden die betreffende Lösung des Stickstoffdüngers hinzugefügt, mittelst des Spatels mit der Erde möglichst gleichmässig gemengt und darnach die Erde in die Gefässe zurückgebracht. Dann wurden die Gefässe erst mit dem Wasserzufuhrapparate, mit den Glascylindern und der Wattepackung versehen. Bevor ich diese Arbeit verrichtete, wusch ich mir die Hände mit einer Sublimatlösung.

I. Versuch mit Hafer. (Varietät: Blanche géant de Ligowo.)

Düngung. Abgesehen vom Stickstoffdünger wurden die Düngermengen so gewählt, dass auf 1 kg bei 110° C. getrockneter Erde bei allen Gefässen 0.22 g schwefels. Kali und 0.22 g Monocalciumphosphat, also 0.118 g Kali und 0.106 g Phosphorsäure gegeben wurde.

Das Gesamtgewicht der dem Boden jedes Gefässes hinzugefügten Nährstoffe betrug demnach:

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Gew. der wasserfr. Erde des Gefässes	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff als	
				schwefels. Ammon.	salpeters. Natron
	kg	g	g	g	g
I. Halbe Amm.-Düngung. Später Kopfdüngung	30.35	3.58	3.21	0.409	—
II. Volle Amm.-Düngung	30.31	3.57	3.21	0.810	—
III. Halbe Salpeterdüngung	30.45	3.59	3.22	—	0.409
IV. Volle „	30.32	3.57	3.21	—	0.810
V. Sterilisiert, extrahiert. Kein N-Dünger. Später Kopfdüngung .	29.83	3.52	3.16	—	—
VI. Desgl.	30.43	3.59	3.22	—	—

Der Wassergehalt des Bodens wurde auf 52 % der Kapazität des sterilisierten und extrahierten Bodens gebracht und erhalten, also nach der Wägung zum Boden wiederum die der Transpirationsgrösse entsprechende Wassermenge gefügt. Bevor nicht mindestens 100 g verdunstet waren, fand eine Wiederauffüllung des Wassers nicht statt. Vom 8. August wurde der Wassergehalt auf 42 % der Kapazität gebracht, um dadurch das Reifen der Pflanzen zu befördern.

Gewicht der bei 100° C. getrockneten Ernte (in g):

Gefäss-No.:	I	II	III	IV	V	VI
Art der N-Düngung:	Schwefels. Ammon. (halbe Stickstoff-Düngung) später Kopf-Dg.	Schwefels. Ammon. (volle N-Düng.)	Salpeters. Natron (halbe N-Düng.)	Salpeters. Natron (volle N-Düng.) später Kopfdüng.	Kein N-Dünger	
Körner . .	10.10	5.7	25.75	36.5	15.4	4.85
Stroh . . .	16.0	11.0	27.15	38.3	19.5	8.35
Kaff . . .	2.4	1.1	2.15	2.3	1.75	0.75
Zusammen	28.5	17.8	55.05	77.1	36.65	13.85

Prozentgehalt der bei 100° C. getrockneten Ernte an:

Gefäss-No. u. Art der N-Düngung	Körner			Stroh			Kaff
	Asche	Phosphorsäure	Stickstoff	Asche	Phosphorsäure	Stickstoff	Stickstoff
I. Schwefels. Ammon. (halbe N-Düng.)	4.67	1.57	3.34	19.73	4.31	1.92	2.04
II. Schwefels. Ammon. (ganze N-Düng.)	6.44	1.74	3.34	20.73	4.62	2.50	2.39
III. Salpeters. Natron (halbe N-Düng.)	5.23	1.50	2.81	18.76	3.49	1.64	2.14
IV. Salpeters. Natron (ganze N-Düng.)	4.67	1.41	2.63	15.82	2.53	1.77	1.87
V. Sterilisiert, extrah. (kein N-Düng.)	5.37	1.60	2.72	19.58	3.83	1.91	2.17
VI. Sterilisiert, extrah. (kein N-Düng.)	6.15	1.57	3.07	20.76	4.61	2.38	2.59

Vergleichung der N-Entnahme durch die Ernte der oberirdischen Pflanzenteile mit der N-Zufuhr im Dünger (in g):

Gefäss-No.		I	II	III	IV	V	VI
N-Entnahme durch die Ernte	Körner	0.337	0.190	0.723	0.959	0.422	0.149
	Stroh	0.307	0.275	0.444	0.677	0.372	0.198
	Kaff	0.048	0.026	0.046	0.043	0.037	0.016
	Im ganzen	0.692	0.491	1.213	1.679	0.831	0.363
D. Boden wurde an N im Dünger zugeführt	vor d. Säen	0.409	0.810	0.409	0.810	0	0
	als Kopf-Düngung	0.135	—	—	—	0.135	—
	Im ganzen	0.544	0.810	0.409	0.810	0.135	0
Die Ernte enthielt mehr oder weniger N als der Dünger		+0.148	−0.319	+0.804	+0.869	+0.696	+0.363

Für die Beurteilung des Ernteresultates ist es notwendig, die folgenden Bemerkungen über die Entwicklung der Pflanzen etc. hier einzuschalten.

Die am 16. April in den Boden gebrachten Samen waren am 23. April aufgegangen. In jedem Gefässe standen wiederum 3 Cylindergläser und in den Boden innerhalb jedes Cylinderglases wurden 3 Samen gelegt. Da in ein paar Gefässen ein Samenkorn nicht gekeimt hatte, wurden gleichzeitig mit der Wegnahme der Wattepfropfen von den Cylindergläsern so viel Pflanzen aus dem Boden gezogen, dass innerhalb je eines Cylinderglases 3, in jedem der beiden anderen Gläser je 2 Pflanzen standen.

Die mit Salpeter gedüngten Pflanzen wuchsen bedeutend kräftiger, als die in den vier übrigen Gefässen. In No. I, II und V war ein bedeutender Unterschied nicht wahrzunehmen; die mit Stickstoff nicht gedüngten Pflanzen (No V) wuchsen mindestens ebenso kräftig, wie die mit Ammoniak gedüngten. Auch war die Ernte in No. V höher, als in No. I, dagegen blieben die Pflanzen in No. VI gegenüber denen der drei oben genannten Gefässe von Anfang an zurück, obgleich No VI den günstigsten Stand zur Sonne hatte. Es hat geradezu den Anschein, als ob dies für die Pflanzen schädlich gewirkt hat. Da die Pflanzen sich durchaus auf gleiche Weise entwickelten, wie in den zwei Vorjahren, war also sicher, dass eine Infektion mit Salpeterbakterien während der Vermengung der Erde mit dem Stickstoffdünger nicht stattgefunden hatte.

Wir beschlossen nun, den Pflanzen in einem der mit schwefels. Ammoniak gedüngten und in einem mit Stickstoff nicht gedüngten Gefässe noch nachträglich eine geringe Düngung mit salpeters. Natron zu geben, um das Resultat dieser Düngung zu beobachten.

Diese Düngung geschah in folgender Weise. In 75 ccm destilliertem, unter Watteverschluss noch einmal gekochtem, Wasser wurden 0.25 g vorher im Platinatiegel geschmolzenes salpetersaures Natron aufgelöst; dann wurde die Watte von der Bodenoberfläche innerhalb eines Cylinderglases des betreffenden Kulturgefässes weggenommen, die Auflösung auf die Erde im Cylinderglase gegossen und nach dem Eindringen der Flüssigkeit in den Boden wiederum Watte auf die Oberfläche der Erde zurückgebracht. Da auf die Erde innerhalb jedes Cylinderglases eine Lösung von 0.25 g dieses Düngers gebracht wurden, betrug die gesamte Düngung mit Salpeter pro Gefäss 0.75 g = 0.135 g Stickstoff.

Die Wirkung des Salpeterdüngers, welcher am 13. Mai gegeben wurde, trat sehr bald augenfällig ein; der Unterschied im Wachstum der Pflanzen wird durch eine am 19. Juni genommene Photographie sehr deutlich illustriert. Wie viel besser die Salpeternahrung ist im Vergleich zur Ammoniaknahrung, wird dadurch bewiesen, dass eine Vermehrung der Stickstoffdüngung in der Form von Salpeter von 33% $\left(\frac{0.135}{0.409}\right)$ bei Gefäss I eine Vermehrung der Ernte um 60% $\left(\frac{28.5 - 17.8}{17.8}\right)$ zur Folge gehabt hat, wenn man die Ernte von No. I und II miteinander vergleicht und annimmt, dass die Ernte in beiden

Gefässen gleich gross geworden sein würde, im Falle Gefäss I keine Salpeterdüngung erhalten hätte. Dass ein schwacher Ammoniakgehalt des Bodens auch bei diesem Versuche wenigstens ebensogut wirkt, wie ein stärkerer Gehalt, wird durch die grössere Ernte in No. V als in No. I ohne Zweifel bewiesen.

Wasserverdunstung der Pflanzen. Die Pflanzen jedes Gefässes verdunsteten während ihrer ganzen Wachstumszeit an Wasser:

Gefäss-No.	I	II	III	IV	V	VI
	9.057	5.768	16.255	21.494	11.160	3.863 kg

Untersuchung der Erde der Gefässe nach der Ernte. Nachdem die Halme unmittelbar oberhalb der Watteverpackung abgeschnitten wurden, liessen wir die Gefässe noch 6—8 Wochen stehen und untersuchten dann die Erde auf ihren Gehalt an Ammoniak und auf etwaiges Vorhandensein von Salpeter. Zu diesem Zwecke wurde die Erde je eines Gefässes in dem vorher mit destilliertem Wasser sorgfältig abgespülten Menggefässe gleichmässig gemengt und eine Durchschnittsprobe davon genommen für die Bestimmung des Ammoniakgehaltes. Danach brachten wir die Erde ins Kulturgefäss zurück und liessen destilliertes Wasser von unten im Gefässe aufsteigen, bis dieses so hoch über der Bodenfläche stand, dass wir 1 l des Extraktes abheben konnten. In einem Teile dieser Flüssigkeit wurde nach deren Klärung mit Bleiessig mit Diphenylamie reagiert und weiter 1 l auf wenige ccm eingedampft, die eingedampfte Flüssigkeit nach dem von M. A. Müntz[1]) angegebenen Verfahren in einer Retorte mit Braunstein und Schwefelsäure abdestilliert und im Destillate auf Salpetersäure reagiert.

In der Erde aller Gefässe war noch Stickstoff in der Form von Ammoniak vorhanden und zwar in Quantitäten von 0.0014—0.0038 $^0/_0$ der wasserfreien Erde, oder 0.42—1.28 g pro Gefäss. Der Bodenextrakt vom Gefäss III und IV zeigte eine starke Salpeterreaktion, von No. I und V eine schwache, während die Erde der No. II und VI vollkommen frei von Salpeter war. Also waren auch in der Erde der Gefässe, in welchen die Pflanzen eine schwache Kopfdüngung mit Salpeter gehabt hatten, noch Spuren dieses Düngers zurückgeblieben, was nach der Art, wie der Dünger gegeben wurde, leicht begreiflich ist.

---

[1]) M. Fremy's Encyclopédie chimique S. 155.

II. Versuch mit Zuckerrüben.

Düngung. Die Düngermengen wurden so gewählt, dass abgesehen von Stickstoffdünger auf jedes Kilo der bei 110° C. getrockneten Erde bei allen Gefässeu 0.4 g schwefelsaures Kali und 0.38 g Monocalciumphosphat, also 0.216 g Kali und 0.182 g Phosphorsäure entfielen. Das Gesamtgewicht der dem Boden jedes Gefässes zugefügten Düngemittel betrug:

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Das Gefäss enthielt an wasserfr. Erde kg	Kali g	Phosphorsäure g	N in Form von salpeters. Natron g	N in Form von schwefels. Ammon. g
I. Salpeters. Natron .	30.93	6.68	5.63	2.241 (=13.609 g Salpeter)	—
II. Schwefels. Ammon.	31.08	6.71	5.65	—	2.241 (=10.567 g schwefels. Amm.)
III. „ „	30.33	6.55	5.52	—	2.241 (=10.567 g schwefels. Amm.)
IV. Erde sterilis. und extrahiert; kein N-Dünger	30.20	6.52	5.50	—	—

Ernteertrag in Grammen. — Von der Rübe wurde der Kopf mit den Blättern und das dünne Wurzelende abgeschnitten, wie bei den früheren Rübenarten. Kopf und Wurzelende sind den Blättern zugefügt.

Gefäss-No.:	I	II	III	IV
Gewicht der frischen Wurzel .	348.25	139.8	247.9	149.2
Gewicht der frischen Blätter .	437.0	154.3	209.25	234.5
Gewicht d. bei 100° C getrockn.:				
Wurzel	71.78	22.15	41.48	32.94
Blätter	45.9	33.70	33.35	33.8
Gesamt-Tr.-Gewicht:	117.68	55.85	74.83	66.75
Zuckergehalt der Wurzel:	12.44 %	?	10.08 %	11.08 %

Gehalt d. Trockensubst. an Asche, Phosphorsäure u. Stickstoff i. Proz.:

Gefäss-No. und Art der N-Düngung	Wurzel			Blätter mit Kopf und Wurzelende		
	Asche	Phosphorsäure	Stickstoff	Asche	Phosphorsäure	Stickstoff
I. Salpeter	5.5	0.91	1.54	19.10	1.08	4.15
II. Ammoniak	9.17	2.56	4.38	26.91	8.19	5.32
III. „	6.95	1.48	2.32	29.1	5.91	4.73
IV. Erde sterilisiert und extrah., kein N-Dünger	6.37	1.47	1.89	25.42	2.98	2.79

Vergleichung der N-Entnahme aus dem Boden durch die Ernte mit der N-Zufuhr im Dünger:

	I	II	III	IV
N-Entnahme durch die Wurzel	1.105	0.970	0.962	0.622
„ „ „ Blätter	1.904	1.792	1.577	0.943
Zusammen	3.009	2.762	2.569	1.565
Der Boden erhielt N im Dünger	2.241	2.241	2.241	0
Differenz beider Zahlen	0.768	0.521	0.328	1.565

Nach der Ernte der Rüben wurden die Gefässe sorgfältig wieder mit Watte bedeckt ca. 6 Wochen stehen gelassen. Nach dieser Zeit nahmen wir die Wattedecke weg, liessen das Wasser von unten im Gefässe aufsteigen und untersuchten den Extrakt auf Salpeter. Gefäss I zeigte eine Reaktion auf Salpeter, während No. II, III und IV vollkommen salpeterfrei waren. Es ist somit sicher, dass in der Erde Salpeterbakterien nicht vorhanden waren.

Die Pflanze im Gefäss III wuchs anfangs viel kräftiger, als die Pflanze in No. II und III, später wurde der Unterschied etwas geringer; die mit Salpeter gedüngte Pflanze zeigte von vornherein wiederum das bei weitem kräftigste Wachstum.

Das Resultat der Versuche mit Hafer und Zuckerrüben stimmt mit dem der vorhergehenden Jahre vollkommen überein. Wir können hieraus schliessen, dass ein etwaiger geringer Verlust an Ammoniakstickstoff, welcher bei der Erwärmung der Gefässe im Ölbade nach der Stickstoffdüngung eingetreten sein kann, in früheren Jahren keinen merkbaren Einfluss auf das Ernteresultat gehabt haben wird.

Kurze Zusammenfassung der Resultate aller Versuche.

1. Die Pflanzen aller angebauten Kulturgewächse: Winterweizen, Wintergerste, Sommergerste, Hafer, Zuckerrüben und „Tauben“bohnen haben sich normal auch dann entwickelt, wenn der Boden, worin sie wuchsen, während der ganzen Vegetationszeit vollkommen frei von Salpetersäure war. Die Grösse der Ernte war im Vergleiche zu der von Pflanzen, welche im Boden Salpetersäure fanden, sehr verschieden, in den meisten Jahren aber sehr erheblich geringer. Wahrscheinlich würde auf freiem Felde der Ertragsunterschied noch grösser gewesen sein, weil die

Pflanzen in den Kulturgefässen zu jeder Zeit über ausreichende Wassermengen verfügen konnten.

Ob der Boden mit phosphorsaurem oder schwefelsaurem Ammoniak gedüngt wurde, war für die Entwicklung und die Höhe der Ernte gleichgiltig, ein Unterschied der Wirkung dieser verschiedenen Ammoniakverbindungen war im allgemeinen nicht wahrzunehmen. Wenn die Erde eine Stickstoffdüngung überhaupt nicht erhalten hatte, übrigens aber wie die der übrigen Gefässe gedüngt und behandelt war, so gaben die darin erbauten Pflanzen in den meisten Fällen eine ebenso grosse Ernte, wie die in Ammoniak-gedüngter Erde wachsenden. Aus dieser Thatsache den Schluss zu ziehen, dass die Pflanzen, denen Salpeter nicht zur Verfügung stand, Stickstoff in einer anderen Verbindung aufgenommen haben müssen, wie in derjenigen von Ammoniak, ist nicht zulässig, da auch die nicht mit Ammoniak gedüngte Erde nach dem letzten Erwärmen im Ölbade stets eine gewisse Quantität Ammoniak enthielt.

Ob eine Düngung von Kalk neben derjenigen von schwefels. und phosphors. Ammoniak auf die Ernährung der Pflanzen einen günstigen Einfluss ausgeübt hat, ist mit Bestimmtheit nicht zu sagen, da in demselben Jahre vergleichende Versuche nicht gemacht sind.

Eine irgendwie ausreichende Erklärung für die Thatsache, dass die mit Ammoniak gedüngten Pflanzen im Vergleiche zu den salpetergedüngten in dem einen Jahre eine relativ viel kleinere Ernte gaben, wie in dem anderen, weiss ich nicht zu geben. Als wir zuerst den frappanten Wachstumsunterschied zwischen mit Salpeter nicht und wohl gedüngten Pflanzen bemerkten, fürchteten wir, dieser Unterschied werde durch eine schlechte Versorgung der Pflanzen mit Wasser in ihrer ersten Wachstumszeit erzeugt. Der Grund dieser Befürchtung wird begreiflich werden aus der Einrichtung der Kulturgefässe. Der Teil der Bodenoberfläche, auf welche durch den Wasserzufuhrapparat Wasser tröpfelt, ist von demjenigen Teile, worin die Pflanzen stehen (Fig. 5), durch den Cylindermantel dieses — ein paar cm hohen — Apparates abgeschieden, so dass das Wasser in der durch diesen Cylindermantel umschlossenen Erdsäule kapillär aufsteigen muss, um in die Oberfläche des Bodens zu gelangen. Nach dem letzten Erwärmen im Ölbade war die Oberfläche des Bodens innerhalb des Cylindermantels ziemlich

trocken. Wächst nun die mit Ammoniak gedüngte Pflanze nach Ablauf der Keimung sehr langsam, so dass ihre Wurzeln nicht tief in den Boden eindringen, so kann man sich wenigstens denken, dass eine schlechtere Wasserversorgung mit die Schuld wird eines langsamen Wachstums; die schnell wachsenden Salpeterpflanzen sitzen mit ihren Wurzeln bald in den tieferen Bodenschichten. Selbstverständlich läge in dem von Anfang an schnelleren Wachstum der Salpeterpflanzen andrerseits ein Beweis der besseren Wirkung des Salpeters, als des Ammoniaks.

Thatsächlich liegt nun der Grund des anhaltend schlechteren Wachstums der mit Ammoniak gedüngten Pflanzen nach unserer Überzeugung nicht in dem befürchteten Grunde. In dem Jahre, in welchem diese Befürchtung bei uns aufkam, nahmen wir die Watte innerhalb der Glascylinder weg und gossen hier auf die Bodenoberfläche in den verschiedenen Gefässen ausreichende Mengen destillierten, zuvor noch einmal gekochten Wassers. Die Wachstumsunterschiede blieben jedoch in derselben Weise bestehen. In Zukunft wurde der Boden innerhalb des Cylindermantels vor der Bedeckung mit Watte tüchtig befeuchtet, bei den Zuckerrüben wurde die Bodenoberfläche auch später noch befeuchtet, da hier längere Zeit verläuft, bis die Gläser weggenommen werden, und die Oberfläche des Bodens, worin die Pflanzen stehen, mit Watte bedeckt wird. Trotz dieser Befeuchtung sind die Wachstumsunterschiede nicht geringer geworden. Bei den Versuchen des Jahres 1891 kann von diesem Einflusse schon deshalb keine Rede sein, weil die Erde aus dem Gefässe genommen wurde und durch das Mengen mit den Lösungen von Salpeter bezw. von Ammoniaksalzen einen sehr ausreichenden Feuchtigkeitsgehalt hatte. Wahrscheinlich ist in verschiedenen Jahren der Ammoniakgehalt des Bodens verschieden gewesen, und hierin mag ein Mitgrund liegen, weshalb die Differenz der Erträge der mit Salpeter und Ammoniak gedüngten Pflanzen in verschiedenen Jahren so ungleich war. Wie hoch nämlich der Gehalt an Ammoniak in der sterilisierten, darauf mit destilliertem Wasser extrahierten und danach im Ölbade wiederum längere Zeit (zur Verdampfung überschüssigen Wassers) erwärmten Erde war, ist nicht bestimmt. Ist dieser Gehalt in verschiedenen Jahren ungleich hoch gewesen, was sehr wohl möglich ist, so war auch der Prozentsatz, welchen der Düngerstickstoff vom Gesamt-

stickstoff des Bodens in der Form von Ammoniak ausmachte, verschieden.

Weiter hat es auch den Anschein, als ob verschiedene Pflanzen sich gegen den Ammoniakstickstoff im Boden etwas verschieden verhalten. Besonders beim Hafer war der Wachstumsunterschied bei mit Salpeter und Ammoniak gedüngten Pflanzen stets sehr gross. Es ist möglich, dass dies mit dem starken Wasserverbrauch dieser Pflanze pro g produzierter Trockensubstanz in Verbindung steht. — Es hat jedoch keinen Wert, hier weiter Vermutungen auszusprechen.

2. Im „sterilisierten“ Boden wuchsen die Pflanzen ebenso normal und kräftig, wie im gewöhnlichen, auf 100° C. nicht erwärmten Boden, wenn in beiden die Stickstoffnahrung dieselbe war, also in sterilisiertem Boden, wenigstens zum Teil, auch aus Salpeter bestand.

3. Stickstoff hat in der Form von Salpeter sehr viel vorteilhafter gewirkt, als in der Form von Ammoniak oder einer anderen etwa im Boden vorhandenen Verbindung. Diese vorteilhaftere Wirkung trat bei allen Pflanzen, auch bei den Bohnen, ein, mit Ausnahme von Winterweizen. Die Ursache des abweichenden Verhaltens dieses letzteren Gewächses ist uns nicht bekannt. Der Versuch ist auch nicht wiederholt; in diesem Jahre haben wir jedoch Sommerweizen gesäet, um zu sehen, ob derselbe sich gegen verschiedenartige Stickstoffnahrung ebenso verhält. Durch den Unterschied der Erntegewichte kommt die günstigere Wirkung des Salpeterstickstoffs gegenüber anderen Stickstoffverbindungen keineswegs ausreichend zum Ausdruck. Die Betrachtung der von uns angefertigten Photographien lässt in verschiedenen Fällen einen viel grösseren Ernteunterschied erwarten, als wirklich erhalten wurde. Der Grund dieser Erscheinung liegt hierin, dass die mit Salpeter gedüngten Pflanzen sich nur in der ersten Zeit ihrer Entwicklung ausschliesslich oder vorzugsweise mit Salpeter ernähren konnten, da bei den mit Salpeter gedüngten Pflanzen der Stickstoffgehalt der Ernte den des Düngers als Regel bedeutend übertrifft. Hierdurch wird die Thatsache erklärlich, dass stets in der ersten Wachstumszeit der Unterschied grösser war, als in der späteren. Bei der Beschreibung der Versuche ist hierauf schon hingewiesen. Frappant wird die Thatsache auch illustriert durch die Haferpflanzen von 1891, welche später eine geringe

Kopfdüngung mit Salpeter bekamen. Kurz nach dieser wuchsen die Pflanzen sehr viel kräftiger, als die nicht mit Salpeter gedüngten, was auch die erheblich grössere Ernte beweist. Auch hier dauerte jedoch die starke Satpeterwirkung nur einige Zeit, da die Menge des gegebenen Düngers gering war. Es machte auf das blosse Auge wenigstens den Eindruck, als ob das schnellere Tempo des Wachstums kurz nach der Salpeterdüngung später wieder verlangsamte. Es ist noch besonders hervorzuheben, dass die Düngung der Pflanzen mit Salpeter und das hierdurch erzeugte stärkere Wachstum dieselbe in den Stand setzte, von den anderen Stickstoffverbindungen im Boden (Ammoniak?) grössere Quantitäten aufzunehmen, als dies bei den mit Ammoniak oder garnicht mit Stickstoff gedüngten Pflanzen der Fall war. Zur Erläuterung dieser Erscheinung stellen wir die bei der Beschreibung der Versuche angegebenen Zahlen hier noch einmal zusammen.

Dem Boden war durch die Ernte mehr oder weniger N entnommen, als im Dünger zugeführt:

Art der N-Düngung	Starke Salpeter-düngung	Schwache Salpeter düngnng	Starke Ammon.-düngung	Schwache Ammon.-düngung	Kein Stickstoff-dünger
Wintergerste (1886/87)	a) +0.560 b) +0.554 c) +0.717		a) +0.662 b) +0.509		
Stammgerste (1888) . .	+0.837	+0.869	+0.226	+0.615	+0.581
Hafer (1889)	+0.845	+1.017	−0.325	+0.121	+0.61
Zuckerrüben (1889) . .	+1.533	+1.340	a) −0.871 b) −0.412	a) −0.236 b) +0.735	+1.241 +1.241
Hafer (1890)	a) +1.152 b) +1.045		a) −0.331 b) −0.275		a) +0.378 b) +0.510
Hafer (1891)	+0.868	+0.812	−0.330	+0.148	+0.363
Zuckerrüben (1891) . .	+0.768		a) +0.521 b) +0.321		+1.565

Es braucht kaum gesagt zu werden, dass die Zahlen unter dem Verbindungszeichen ⏟ andeuten, dass die Stärke der Düngung nicht verschieden war.

Bei allen Versuchen mit Ausnahme der Wintergerste (die Zahlen für die Zuckerrüben in 1888 und für den Winterweizen in 1886/87 sind hier aus naheliegenden Gründen nicht mit aufgeführt) haben demnach die mit Salpeter gedüngten Pflanzen ausser dem Salpeterstickstoff sehr viel grössere Quantitäten Stick-

stoff in anderen Verbindungen (Ammoniak?) dem Boden entnommen, als die mit Ammoniak gedüngten; z. B. entnahm die Stammgerste bei starker Salpeterdüngung dem Boden 0.837—0.226 = 0.611 g Stickstoff mehr in einer anderen Verbindung, als in der von Salpeter, als bei starker Ammoniakdüngung; der Hafer in 1891: 0.868 + 0.33 = 1.198 g mehr und die Zuckerrüben in 1889: 1.533 + 0.87 = 2.403 g mehr.

4. Die günstigere Wirkung des Salpeterstickstoffs macht sich in jedem Entwicklungsstadium und zwar unmittelbar nach der Düngung geltend.

Schon bei der Beschreibung der Versuche wurde darauf hingewiesen, dass die mit Salpeter gedüngten Pflanzen gerade in der ersten Zeit auffallend schneller wuchsen, als die mit Ammoniak gedüngten. Bei den Getreidepflanzen wurde dieser Unterschied meistens sichtbar, sobald ein paar grüne Blätter vorhanden waren. Letztere wurden breiter und länger. Bei den Zuckerrüben wurden schon die Samenlappen der mit Salpeter gedüngten Pflanzen bedeutend grösser, als die der mit Ammoniak gedüngten. Wir sahen, dass eine späte Kopfdüngung von Hafer mit wenig Salpeter sofort wirkte, und dass bei der Wintergerste bei teilweiser später Salpeterdüngung die Halme erheblich länger wurden, als bei den Pflanzen, welchen die gesamte Salpetermenge im Herbste dargeboten war.

5. Die mit Salpeter gedüngten Getreidepflanzen waren stets früher reif, als die mit Ammoniak gedüngten. Auch in den Jahren, in welchen nicht alle Halme und Ähren reif wurden, war bei ersteren Pflanzen eine relativ grössere Zahl reif. Bei den Zuckerrüben haben wir eine ähnliche Thatsache, nämlich, dass der Zuckergehalt der mit Salpeter gedüngten Pflanzen stets ein — in der Regel sehr viel — höherer war, als bei den mit Ammoniak gedüngten. Die Ernährung der Pflanzen mit Salpeter in ihrer ersten Wachstumszeit hat somit auf den Zuckergehalt der Rüben sehr günstig gewirkt.

Zum Schlusse wollen wir hier noch ein paar Bemerkungen bezüglich der Entwicklung der mit Ammoniak und zuweilen auch der mit Stickstoff garnicht gedüngten Pflanzen machen, die bei der Besprechung der Versuche nicht immer hervorgehoben sind.

Es hat auf mich stets den Eindruck gemacht, als ob die jungen Pflanzen besonders empfindlich gegen Ammoniakver-

bindungen im Boden seien. Bei den Getreidepflanzen starben die Spitzen der ersten Blätter häufig frühzeitig ab, auch das vollständige Verwelken der ersten Blätter fand bei den Ammoniakpflanzen viel früher statt, als bei den Salpeterpflanzen. An den Rübenpflanzen zeigten die ersten Blätter eigentümlich braune Flecke, starben auch früher ab, als die der Salpeterpflanzen; bei den späteren jüngeren Blättern traten diese Flecke nicht mehr auf. Diese Erscheinungen traten vor allem stark auf, wenn in der ersten Wachstumszeit die Sonne kräftig wirkte, so dass die Pflanzen zu relativ starker Wasserverdunstung gezwungen wurden.

Weiter ist zu bemerken, dass der Gehalt an Asche, Phosphorsäure und Stickstoff bei den geernteten Pflanzen aussergewöhnlich hoch ist. Vergleicht man den Phosphorsäure- und Stickstoffgehalt der Ernteprodukte vom Jahre 1888—1891 mit den Durchschnittszahlen der Tabellen von E. Wolff, so findet man den Gehalt an diesen Stoffen bei in sterilisiertem Boden kultivierten Pflanzen bedeutend höher, als bei auf freiem Felde erbauten. Bei den mit Salpeter gedüngten Pflanzen ist in einzelnen Fällen der Stickstoffgehalt der Ernteprodukte ebenso hoch, wie bei den mit Salpeter nicht gedüngten; in verschiedenen Fällen ist derselbe jedoch erheblich niedriger. Daraus folgt, dass der durch die Pflanzen aus dem Boden aufgenommene Stickstoff durch die mit Salpeter gedüngten Pflanzen meistens besser ausgenutzt ist, als bei den mit Ammoniak gedüngten. Bei der Beurteilung der Zahlen, welche den Stickstoffgehalt der Ernteprodukte angeben, muss man im Auge behalten, dass die mit Ammoniak gedüngten Pflanzen in gewissem Sinne jünger waren, als die mit Salpeter gedüngten. Die gesamte Entwicklung der ersteren war eine langsamere, so dass von den Samen z. B. bei der Ernte ein grösserer Teil unreif war.

Ist es vollkommen sicher, dass während der Vegetationszeit in der Erde der Kulturgefässe, welche im Ölbade erwärmt und danach ihrer Salpetersäure beraubt wurde, eine Bildung von Salpeter nicht stattgefunden hat?

Bei dem verschiedenen Resultate der Versuche in verschiedenen Jahren, zuweilen selbst bei derselben Pflanzenart, wird dem Leser vielleicht der Zweifel aufkommen, ob nicht doch in einzelnen Fällen in der Erde während der Vegetationsperiode der Pflanzen Salpeter, sei es auch nur in geringen

Quantitäten, entstanden ist, so dass dann die Unterschiede sehr einfach zu erklären wären.

Wir wollen hierauf sogleich antworten, dass nach unserer Überzeugung eine solche Annahme durchaus unzulässig ist. Zunächst sei noch einmal hervorgehoben, dass die Erde durch die auf die Erwärmung im Ölbade folgende Extraktion mit destilliertem Wasser ihrer Salpetersäure vollständig beraubt worden ist. Wie bei der Beschreibung der Versuche mitgeteilt wurde, liessen wir so lange Wasser im Boden aufsteigen und über den Gefässrand ablaufen, bis das auf der Bodenfläche stehende Wasser eine Reaktion mit Diphenylamin nicht mehr gab. War irgendwie Zweifel vorhanden, so liessen wir aufs neue Wasser aufsteigen und in den letzten Jahren haben wir wiederholtemale noch von jedem Gefäss 1 l des nach unserem Urteile salpeterfreien Extraktes abgehoben und auf wenige ccm auf dem Wasserbade eingedampft, filtriert und dem Filtrat einige Tropfen einer Lösung von Bleiessig zum vollständigen Niederschlagen der organischen Substanzen zugesetzt. Wir liessen den Niederschlag erst vollständig sinken, ehe wir die Flüssigkeit filtrierten. Im Filtrat wurde das Blei mit Schwefelsäure niedergeschlagen und nun stehen gelassen, bis der Niederschlag sich abgesetzt hatte. Von der klaren Flüssigkeit wurde ein Teil in ein anderes Reagensglas übergegossen und nun mit Schwefelsäure und Eisenvitriol auf Salpetersäure reagiert.

Wäre im Extrakt der Erde Salpeter in auch nur sehr geringer Menge vorhanden gewesen, so müsste eine deutliche Reaktion eingetreten sein, was niemals der Fall war.

Wir sind jedoch verpflichtet, mitzuteilen, dass es uns nicht immer gelang, die Humussubstanzen, welche im eingedampften Bodenextrakte gelöst waren, mit Bleiessig vollständig niederzuschlagen. Allerdings war nach dem Abfiltrieren dieses Niederschlages das Filtrat vollständig farblos, beim Zusatze von Schwefelsäure zur Entfernung des überschüssigen Bleies zum Filtrate würde dieses jedoch zuweilen wiederum ein wenig, allerdings schwach, gefärbt. Hierdurch ward die Reaktion mit Schwefelsäure und Eisenvitriol natürlich weniger scharf. Wir haben verschiedene Stoffe angewendet, um die löslichen Humusstoffe stets vollkommen niederzuschlagen; dieselben gaben aber kein besseres Resultat.

Im Herbste 1890 wurde der Extrakt der Erde der Kulturgefässe nach der Ernte und im Jahre 1891 der Extrakt der Erde sowohl bei der Fertigstellung der Gefässe, als nach der Ernte ausser mit Diphenylamin auch nach dem Verfahren von M. A. Müntz (s. S. 74), wobei die organische Substanz durch Oxydation vollständig zerstört wird, auf Salpeter untersucht.

Auch diese Reaktion ergab, dass die im Ölbade erwärmte und danach mit destilliertem Wasser ihrer Salpetersäure beraubte Erde von letzterer vollkommen frei war, ebenso wie der Grundextrakt der Erde nach der Ernte keine Salpetersäure enthielt, wenn sie nicht damit gedüngt worden war. Im Falle eine solche Düngung wohl stattgefunden hatte, wurde Salpetersäure durch jedes der angewendeten Reagentien auch nach der Ernte der Gewächse noch nachgewiesen, die Pflanzen hatten dem Boden die Salpetersäure nicht vollständig entnommen; auch in dem Falle nicht, wo nur 0.135 g Salpeter als Kopfdünger gegeben war (1891, s. S. 71).

Wir bemerken noch, dass, im Falle bei der Herstellung der Gefässe noch äusserst geringe Spuren von Salpetersäure in der Erde zurückgeblieben wären, dies keinen Einfluss auf das Ernteresultat haben konnte in allen Jahren (also von 1888 an), in welchen die Erde aller Gefässe vor der Düngung noch einmal gemengt wurde, weil dann eben in der Erde aller Gefässe dieselben Spuren sich gefunden hätten.

Wir kehren zu der Frage zurück, ob nicht eine Bildung von Salpeter während der Zeit des Wachstums der Pflanzen in der Erde eingetreten sein kann? Man könnte vielleicht meinen, dass, auf welchem Wege immer, während dieser Zeit im Boden so kleine Mengen Salpeter hätten gebildet sein können, dass dieselben durch die Pflanzen der Erde vollkommen entzogen worden wären, so dass nach der Ernte im Bodenextrakte dann natürlich Salpetersäure nicht gefunden werden konnte. Diese Annahme scheint mir absolut unhaltbar zu sein. Allerdings haben wir in den ersten Versuchsjahren die Erde unmittelbar nach der Ernte der Pflanzen auf Salpeter untersucht. Es müsste meiner Ansicht nach aber auch in diesem Falle Salpeter gefunden worden sein, wenn durch irgend eine Ursache während des Wachstums der Pflanzen im Boden Salpeter gebildet war. Ich kann mir nicht vorstellen, dass die Pflanzen die Salpetersäure dem Boden so vollkommen entziehen

können, dass kein Rest in demselben zurückbleibt. Es ist doch anzunehmen, dass die Ursache der Salpeterbildung anhaltend wirkt, also auch fortdauernd Salpeter im Bodenwasser sich löst, während nicht an allen Stellen des Bodens Wasser durch die Pflanzen entnommen wird.

Allerdings könnte man der Meinung sein, dass der Salpeterrest im Boden so gering sei, dass das Reagens denselben nicht anzeigt. Dass auch diese Annahme ausserordentlich unwahrscheinlich ist, wird man zugeben müssen, wenn man bedenkt, dass bei dem langsamen Aufsteigen des Wassers vom Boden des Gefässes nach der Oberfläche der Erde die Hauptmasse des in 30 kg Erde vorhandenen Salpeters sich dann jedenfalls in dem über der Oberfläche der Erde stehenden Wasser befinden musste, welches auf Salpeter untersucht wurde.

In den letzten Jahren haben wir nun die Gefässe nach der Ernte stets einige — selbst 8 — Wochen stehen lassen (natürlich mit Watte bedeckt), bevor wir die Erde auf Salpeter untersuchten. Der Extrakt der Erde in den mit Salpeter nicht gedüngten Gefässen zeigte auch dann keine Reaktion von Salpeter, die damit gedüngte Erde stets eine starke.

Im Falle Salpeterbildung infolge der Infektion des Bodens des einen oder anderen Gefässes stattgefunden hätte, würde das Wachstum der Pflanzen wahrscheinlich weniger regelmässig gewesen sein und sich im Wachstum von Pflanzen anderer Gefässe unterschieden haben.

Da die Frage, ob während der Entwicklung der Pflanzen im „sterilisierten" Boden Salpeter gebildet ist, von entscheidender Bedeutung ist, haben wir noch durch besondere Versuche den Beweis geliefert, dass eine derartige Annahme absolut unstatthaft ist. Die Art, wie diese Versuche angestellt wurden, wird durch Fig. 7 u. 8 veranschaulicht.

Betrachten wir zuerst Fig. 7, so sehen wir, dass auf einem Tische ein grosser, von oben und unten geschlossener Cylindermantel A aus Eisenblech steht. In den Boden und Deckel desselben sind je 4 kreisrunde, senkrecht übereinander stehende Ausschnitte gemacht, in denen 4 engere Cylinder aus Kupfer (von innen venzinnt) B stehen. Der untere Teil dieser Cylinder ist mit Kieselsteinchen, der über diesen liegende, dunkel gefärbte Raum mit Erde gefüllt, auf welcher eine Schicht

sterilisierter Watte liegt. In das untere, übrigens geschlossene Ende mündet eine kurze, offene Röhre, welche mit einem Kork, durch welchen eine engere Glasröhre geschoben ist, luftdicht geschlossen ist. Auf die Glasröhre ist wiederum ein Kautschukschlauch, luftdicht schliessend, geschoben, dessen anderes Ende

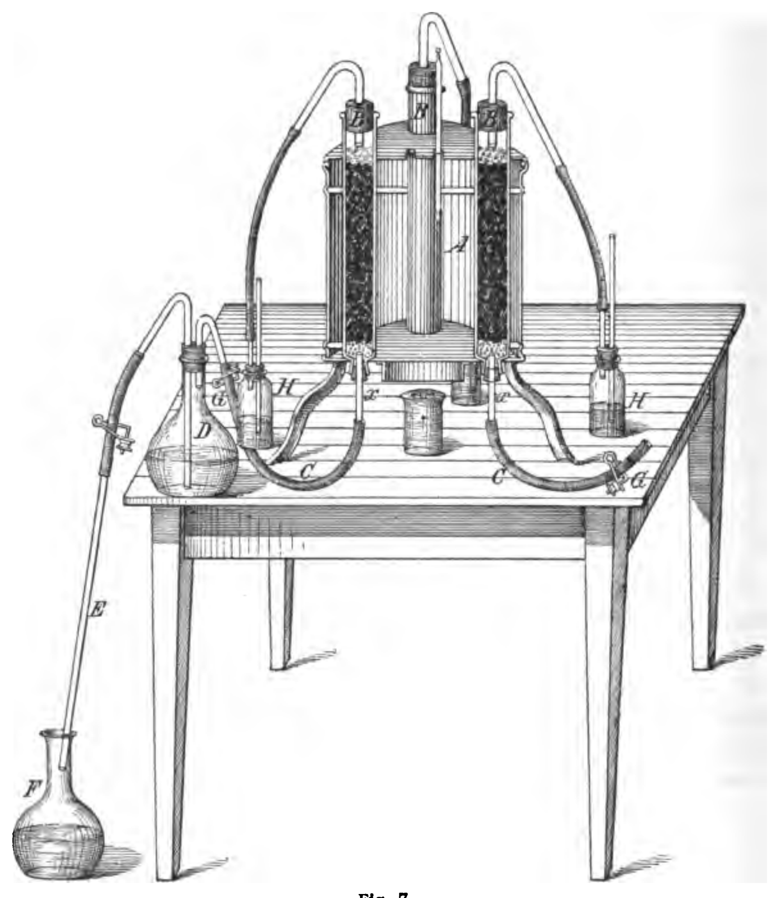


Fig. 7.

mit einer in die Flasche D mündenden, umgebogenen Glasröhre verbunden ist. Die Flasche D ist mit destilliertem Wasser gefüllt. Lässt man das Wasser aus dieser Flasche vermittelst des Glashebels E in die Flasche F fliessen, so wird dadurch

Luft durch die Erde im Cylinder gesogen, welche die sich leerende Flasche D füllt. Schliesst man nun die Klemmschraube G und ersetzt die leere Flasche D nach dem Abnehmen des Korkes mit dem Hebel durch die volle Flasche F, so kann man aufs neue Luft durch die Erde im kupfernen Cylinder saugen. Das obere Ende des kupfernen Cylinders ist durch einen Gummikork geschlossen, durch welchen eine Glasröhre geht, die das Innere des Cylinders mit der Flasche H verbindet. In dieser letzteren befindet sich Natronlauge, durch welche die Luft gesogen und somit von Ammoniak und Salpeter vollständig befreit wird. Im Deckel des eisernen Cylinders steckt ein Thermometer, während unter demselben ein Glas mit Öl gestellt ist, auf dem ein Treiber mit dickem Dochte liegt. Selbstverständlich dient letzteres zur Erwärmung des Raumes im eisernen Cylinder.

Dass in einem Boden, in welchem Salpeterbakterien nicht vorkommen, kein Salpeter entsteht, kann als bewiesen angenommen werden. Von dieser Voraussetzung ging ich bei Beginn dieser Versuche aus, und dieselbe ist durch die Versuche selbstverständlich bestätigt worden. Die Frage war allein, ob während des Versuches nicht auf die eine oder andere Weise Salpeterbakterien in die Erde der Gefässe kommen konnten resp. gekommen waren. War dies der Fall, dann musste der Prozess der Salpeterbildung sich in der Erde auch nach der Ernte der Pflanzen noch fortsetzen, und vor allem dann Salpeter in grösseren Quantitäten entstehen, wenn für die Salpeterbildung günstige Bedingungen hergestellt wurden. Dazu diente der eben beschriebene Apparat. Zum ersten Male wurde im Herbste 1887 von letzterem Gebrauch gemacht, um zu sehen, ob sich in der Erde der Kulturgefässe nach der Ernte der Pflanzen salpetererzeugende Bakterien befanden. Der kupferne Cylinder B, in welchen Erde gebracht werden sollte, wurde mit destilliertem Wasser so lange ausgespült, bis das unten aus der engeren Röhre austropfende Wasser keine Reaktion mit Diphenylamin mehr gab. Sodann wurden die engere Röhre und die obere Öffnung durch Korke mit durch dieselben geschobenen Glasröhrchen geschlossen, die nach aussen stehenden Öffnungen der letzteren mit einer losen Wattehaube umgeben und der kupferne Cylinder in eine der offenen Röhren des Apparates Fig. 8 geschoben, welcher mit Öl gefüllt war.

Vor dem Schliessen der oberen Öffnung mit einem Kautschukkork war in den kupfernen Cylinder etwas destilliertes Wasser gegossen. Das Gefäss J wurde nun durch eine Gasflamme so stark erwärmt, dass das Wasser im kupfernen Cylinder stark zum Kochen kam und Wasserdampf mit Kraft durch die Glasröhrchen ausströmte. Man liess den kupfernen Cylinder so lange im Gefässe J, bis alles Wasser daraus verdampft war, und denselben dann abkühlen.

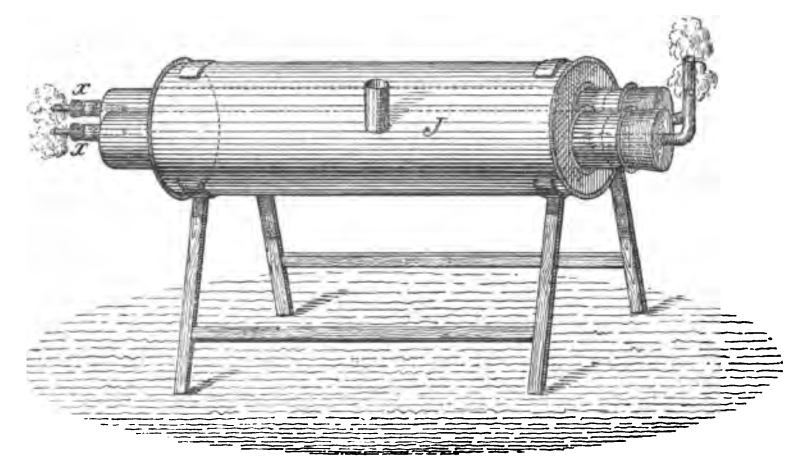


Fig. 8.

Inzwischen war eine grosse Porzellanschale „sterilisiert,“ also einige Zeit über 100 ° C. erwärmt. In dieselbe wurde nun aus dem Kulturgefässe, dessen Erde untersucht werden sollte, eine tüchtige Portion Erde mit einem in der Flamme „sterilisierten“ Löffel gebracht. Zu dieser Erde wurde meistens noch etwas destilliertes Wasser gefügt und hiermit so lange gemengt, bis sie gleichmässig durchfeuchtet war. Es versteht sich von selbst, dass die Erde nach der Mengung nicht nass war, sondern einen für die Salpeterbildung günstigen Feuchtigkeitszustand besass, so dass sie eine lockere Struktur behielt. Von dem kupfernen Cylinder wurde nun der Kautschukkork genommen und in den unteren Teil des Cylinders erst eine Schicht Kieselsteinchen gebracht, die vorher geglüht und mit destilliertem Wasser von etwa darin vorhandener Salpetersäure vollständig

befreit waren. — Im Jahre 1888 und 1889 wurden die Kieselsteinchen schon vor der Erwärmung des Cylinders in diesen gebracht und darin mit destilliertem Wasser mit ausgewaschen. — Auf die Schicht Steinchen wurde nun die zu untersuchende Erde gebracht und auf die Oberfläche dieser letzteren eine Schicht sterilisierter Watte. Nach Schliessung der Cylinderöffnung mit dem Kautschukkork wurde der kupferne Cylinder in den Cylinder A (Fig. 7) gebracht und die Glasröhren auf die beschriebene Art mit den Flaschen H und D durch Kautschukröhren verbunden. Zu wiederholten Malen wurde untersucht, ob der Schluss der Kautschukröhren etc. luftdicht war und blieb. Durch die Erde wurde im Jahre 1887 täglich zweimal, bei den späteren Versuchen täglich dreimal Luft gesogen. Da der Inhalt der Flasche D 3 l beträgt, wurden also täglich ungefähr 6 oder 9 l Luft durch den Boden jedes Cylinders gesogen. Das unter dem Cylinder A stehende Öllämpchen brannte Tag und Nacht, wodurch die Temperatur des ganzen Apparates am Tage auf 30—32 °C. gehalten wurde; nachts fiel die Temperatur, weil das Zimmer nur über Tag geheizt wurde, mehr oder weniger, je nach der Temperatur der Luft draussen. In einzelnen kalten Nächten ging das Quecksilber des Termometers bis auf 18 °C. herunter.

Am Schlusse des Versuches wurde auf eventuelles Vorhandensein von Salpeter in der Erde untersucht und dabei genau ebenso verfahren, wie bei der Untersuchung der Erde in den Kulturgefässen. Nachdem der kupferne Cylinder aus dem Apparate A und der Kautschukstopfen und die Watteschicht aus der oberen Öffnung genommen war, liessen wir destilliertes Wasser durch das Röhrchen x möglichst langsam im Boden aufsteigen, bis eine Schicht Wasser über der Oberfläche der Erde stand. Auf Salpeter wurde nun sowohl mit Diphenylamin als mit Schwefelsäure und Eisenvitriol reagiert. War Salpeter im Boden gebildet, so musste mit Diphenylamin eine sehr starke Reaktion erhalten werden. Als Regel gab Schwefelsäure und Eisenvitriol in diesem Falle schon eine Reaktion im nicht eingedampften Bodenextrakte.

Die Versuchsresultate stellen wir im Folgenden kurz zusammen.

Im Jahre 1887 wurde zuerst ein Versuch angestellt mit der Erde der Gefässe, in welcher Wintergerste gewachsen

war. Von den 4 kupfernen Cylindern wurden No. I, II und III mit Erde aus den Kulturgefässen gefüllt, während in No. IV gewöhnliche, nicht sterilisierte Erde gebracht wurde, welche durch langdauernde Extraktion mit destilliertem Wasser ihrer Salpetersäure vollständig beraubt war, so dass das abfliessende Wasser mit Dphenylamin keine Reaktion mehr gab. Die Cylinder I, II, III standen im Apparate A vom 17. August bis 1. September, der Cylinder IV vom 20. August bis 1. September.

Es war also gefüllt:

Cylinder.	I	II	III	IV
mit Erde aus Kulturgefäss:	I	III	V	Mit gewöhnlicher Erde, der durch Extraktion die Salpetersäure vollständig entzogen war
Die Pflanzen waren gedüngt gewesen mit:	Schwefels. Ammon.	Phosphors. Ammon.	Phosphors. Ammon.	
Reaktion auf N_2O_5 am Ende des Versuchs:	Keine	Keine	Keine	Sehr starke

Ein zweiter Versuch wurde in diesem Jahre mit der Erde von Kulturgefässen angestellt, in denen Winterweizen gestanden hatte. Wiederum wurden die Cylinder I, II, III mit Erde aus den Gefässen I, III und V gefüllt, die wie beim Winterweizen mit schwefelsaurem oder phosphorsaurem Ammoniak gedüngt waren, und Cylinder IV mit gewöhnlicher, also nicht sterilisierter Erde, welche durch Extration mit destilliertem Wasser ihrer Salpetersäure vollständig beraubt war.

Auch bei diesem Versuche zeigte der Bodenextrakt der Cylinder I und III keine Reaktion von Salpetersäure, der Extrakt des Cylinders III, welcher Erde von Gefäss V enthielt, gab eine schwache Blaufärbung mit Diphenylamin, aber keine Reaktion mit Schwefelsäure und Eisenvitriol. Man könnte also annehmen, dass hier Salpetersäure gebildet sei in geringen Spuren. Ich glaube dies jedoch nicht, da eine schwache Blaufärbung des Bodenextraktes mit Diphenylamin das Vorhandensein von Salpeter natürlich nicht sicher beweist. Wären wirklich Salpeterbakterien in der Erde gewesen, so müsste meines Erachtens eine Salpetermenge gebildet worden sein, welche eine unzweifelhafte Reaktion mit Schwefelsäure und Eisenvitriol hätte geben müssen. Ich bringe hier übrigens in Erinnerung, dass die Oberfläche der Erde im Kulturgefässe V während des Wachs-

tums der Pflanzen *nicht* mit Watte bedeckt war. Der Extrakt der Erde im Cylinder IV gab eine starke Reaktion auf Salpetersäure.

1888 und 1889 wurden diese Versuche etwas modificiert. Anstatt einen der Cylinder mit gewöhnlicher, salpeterfreier Erde zu füllen, wurde ein Theelöffel voll dieser letzteren einem Teile der Erde des Kulturgefässes zugefügt. Es wurde also in einem Cylinder Erde aus dem betreffenden Kulturgefässe gebracht, in einem zweiten Cylinder Erde aus dem Kulturgefässe vermengt mit einem Theelöffel voll gewöhnlicher, nicht sterilisierter Erde, die durch ausreichende Extraktion ihrer Salpetersäure vollständig beraubt war, so dass ihr Extrakt keine Reaktion mit Diphenylamin mehr gab.

So wurden 1888 die Cylinder mit Erde von Kulturgefässen gefüllt, in welchen *Stammgerste* gestanden hatte, und zwar:

Cylinder:	I	II	III	IV
Erde aus Gefäss:	II	IV	II	IV
Die Erde der Gefässe war gedüngt gewesen mit:	Schwefelsaurem Ammoniak			
	Erde *nicht* mit gewöhnlicher Erde vermengt		Die Erde war mit gewöhnlicher Erde vermengt	
Reaktion auf Salpeter a. Ende d. Versuches	Keine	Keine	Eine starke	Eine starke

Der Versuch dauerte 4 Wochen.

In demselben Jahre 1888 wurde ein gleicher Versuch mit der Erde zweier Kulturgefässe gemacht, in denen *Zuckerrüben* gestanden hatten. Wieder wurde Cylinder I mit Erde aus Gefäss III (die für die Zuckerrüben mit schwefelsaurem Ammoniak gedüngt war) gefüllt und Cylinder III mit Erde aus demselben Gefässe, nachdem mit derselben ein Theelöffel voll salpeterfreie, gewöhnliche Erde vermengt war, Cylinder II und IV auf dieselbe Weise mit Erde aus dem Gefässe IV, die für die Zuckerrüben ebenfalls nicht mit Salpeter gedüngt worden war.

Der Versuch dauerte 6 Wochen und gab genau dasselbe Resultat, nämlich die Erde in Cylinder I und II blieb von Salpetersäure vollkommen frei, in der infizierten Erde der Cylinder III und IV waren tüchtige Mengen Salpeter gebildet. Versuche des Jahres 1889 ergaben genau dasselbe Resultat

Durch diese Versuche ist also wiederum überzeugend bewiesen, dass eine Salpeterbildung in der „sterilisierten“ Erde der Kulturgefässe nicht stattgefunden haben kann. Sie beweisen zugleich, dass Salpeterbakterien in der Luft wohl nicht angetroffen werden.

Ist bei der letzten Erwärmung der Kulturgefässe im Ölbade Stickstoff in der Form von Ammoniak verloren gegangen und war der Verlust bei den verschieden gedüngten Erden ungleich gross?

Bei allen Versuchen der verschiedenen Jahre, mit Ausnahme von 1891, wurde aus dem seiner Salpetersäure beraubten Boden der grösste Teil des Wassers durch Erwärmen der Gefässe im Ölbade ausgetrieben, danach die Erde der Versuchs-Gefässe gemengt und dann gedüngt; auch der Stickstoffdünger wurde mit dem Boden vermengt. Hierauf wurde das Gefäss vollständig fertig gemacht und noch einmal im Ölbade so erwärmt, dass eine Zeit lang durch die Wattedecke etc. Wasserdampf ausströmte. Wie lange diese Erwärmung stattgefunden hat, haben wir in den ersten Jahren nicht notiert, in den letzten Jahren liessen wir nach dem Beginn des Austrittes von Wasserdampf $^1/_2$ Stunde Dampf ausströmen und dann das Gefäss abkühlen. In den ersten Jahren wird die Zeit des Dampfaustrittes aus dem Boden ungefähr dieselbe gewesen sein. Wie früher mitgeteilt, hatten wir angenommen, dass ein bedeutender Verlust von Ammoniak bei dieser Erwärmung nicht stattfinden würde. Ob und in welcher Menge Ammoniak auf diese Weise verloren geht, haben wir nun durch eine nähere Untersuchung festzustellen gesucht, zunächst mit kleinen Mengen Erde.

In einem der Kulturgefässe wurde Erde (+ 30 kg) „sterilisiert“, durch destilliertes Wasser aus derselben die Salpetersäure entfernt und dann das Gefäss im Ölbade wiederum so lange erwärmt, dass die Erde trocken genug war, um sich mit Dünger gleichmässig mengen zu lassen. Darauf wurde in einen 2 l-Glaskolben mit langem Halse vorsichtig eine Schicht feiner, vorher erwärmter und mit destilliertem Wasser vollständig abgespülter Kieselsteinchen gebracht. Ferner gossen wir dann in den Kolben eine gewisse Menge destilliertes, ammoniakfreies Wasser und brachten dann weiter in denselben ca. 1 kg der „sterilisierten“, vorher mit Dünger gleichmässig gemengten Erde. Die Wasser-

menge war so genommen, dass der Boden dieselbe in seine Kapillären vollkommen aufsaugen konnte.

Der so hergestellte Kolben wurde dann in ein Ölbad aufgehängt und mit demselben ein LIEBIG'scher Kühler verbunden, unter dessen offenes Ende eine Vorlage, gefüllt mit $^1/_{10}$ Normal-Schwefelsäure, gebracht wurde. Das Ölbad wurde nun auf ca. 130° C. gebracht, wodurch nach einiger Zeit der Kolbeninhalt auf 100° C. erwärmt wurde und Wasserdampf in den Kühler überging. Nachdem die Destillation so 1 oder 2 Stunden gedauert hatte, wurde das Destillat auf Ammoniak untersucht.

Wir hatten erwartet, dass durch in das Destillat übergehendes Ammoniak ein Teil der Schwefelsäure neutralisiert werden würde. fanden aber, dass umgekehrt der Säuregehalt in der Vorlage vermehrt war. Da nun NESSLER's Reagens das Vorhandensein von Ammoniak anzeigte, musste das Destillat durch Natronlauge übersättigt und auf's Neue destilliert werden.

Das Resultat dieser Untersuchungen.

Den Versuchsboden erhielt stets eine Düngung von 0.13 g schwefelsaurem Kali und 0.10 g Monocalciumphosphat auf 1 kg Erde. Wo mit Stickstoff gedüngt wurde, bestand dieselbe entweder aus salpetersaurem Natron oder schwefelsaurem Ammoniak.

Den Stickstoffverlust in Form von Ammoniak, infolge der Destillation, zeigt die folgende Übersicht. Darin bedeutet nach der 1. resp. 2. Stunde, dass nach Beginn des Überdestillierens von Flüssigkeit aus dem mit Erde gefüllten Kolben die Destillation noch 1 oder 2 Stunden fortgesetzt war.

(Siehe die erste Tabelle S. 94.)

Wenn wir die Zahlen, welche den Verlust nach einstünd. Destillation angeben, mit einander vergleichen, so ist die Differenz zwischen den Versuchen I bis V so gering, dass sie in den Fehlergrenzen liegt. Die Zufügung von kohlensaurem Kalk zu der mit Ammoniak gedüngten Erde hat einen grösseren Verlust zur Folge gehabt von ca. 0.0025—0.0040 g N p. kg wasserfreier Erde. Dieser Verlust beträgt also 8—13 % von dem im Dünger zugeführten Stickstoff.

Da vielleicht bezweifelt wird, ob das Resultat dieser Versuche übereinstimmen wird mit dem einer Erwärmung und Destillation von 30 kg Erde, haben wir auch Versuche mit solchen Erdmengen angestellt. Selbstverständlich war eine thatsächliche Destillation in diesem Falle schwer ausführbar.

Versuchs-No.	N-Düngung p. kg Erde	Düngung m. kohlens. Kalke p. kg Erde	Der Verlust an N in Form von Ammoniak infolge der Destillation betrug auf 1 kg wasserfreier Erde berechnet		
			nach der 1. Stunde g	nach der 2. Stunde g	zusammen g
I a)	0	0	0.0019	0.0014	0.0033
b)	0	0	—	—	0.0034
c)	0	0	—	—	0.0039
II	0	1 g	0.0025	0.001	0.0035
III	0.03 g N als Salpeter	0	0.0018	0.001	0·0028
IV	0.03 g N als Salpeter	1 g	0.002	0.0009	0.0029
V	0.03 g N als Ammoniak . . .	0	0.0027	0.0018	0.0045
VI a)	0.03 g N als Ammoniak . . .	1 g	0.0050	0.0016	0.0066
b)	0.03 g N als Ammoniak . . .	1 g	0.0063	0.0017	0.008

Auch bei diesen Versuchen wurde die Erde stets mit 0.13 g schwefels. Kali und 0.10 g Monocalciumphosphat pro kg Erde gedüngt. Der dem Boden zugefügte Stickstoffdünger bestand aus schwefels. Ammoniak.

Versuchs-No.	N-Düngung pro kg Erde	Kalkdüngung p. kg Erde	Der Boden enthielt an: Totalem Stickstoff		Stickstoff als Amm.	
			vor der Erwärmung %	nach 1 stünd. Dampfentwicklung %	vor der Erwärmung %	nach Wasserdampfausströmung 1 Std. %
I	0	0	0.106	0.113	0.0010	0.0023
II	0.068	0	0.116	0.117	0.0075	0.0064
III	0.068	1 g	0.112	0 112	0.0081	0.0076

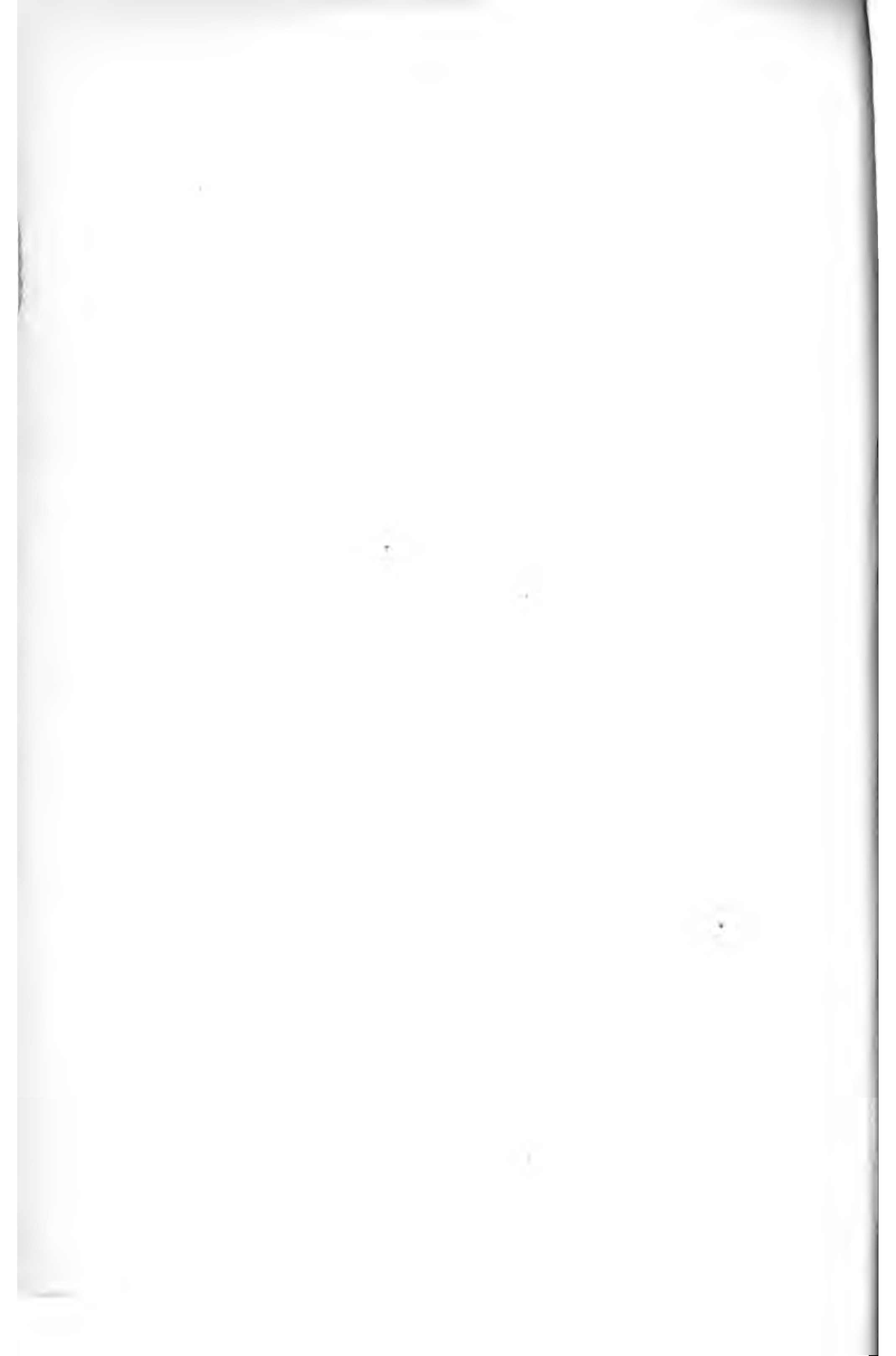
Bei I war also kein Verlust eingetreten, bei II ein Verlust von 0.0011 % und bei III von 0.0005 % N in Form von Ammoniak. Dass hier die gleichzeitige Düngung mit Kalk

einen geringeren Stickstoffverlust zur Folge hat, ist befremdend und weist wohl darauf hin, dass es nicht leicht ist, solche Erdmengen ganz gleichmässig zu mengen.

Bei II macht der Verlust $\frac{11}{68}$ oder 16.1 % des im Dünger gegebenen N, bei III $\frac{5}{68}$ oder 7.3 % des letzteren aus.

Nehmen wir an, dass bei den Versuchen das Ausströmen des Dampfes im Durchschnitt 30 Min. gedauert hat, so kann der Unterschied im Verluste an N infolge der letzten Erwärmung im Ölbade bei den verschieden gedüngten Gefässen nicht gross gewesen sein. Dass hierdurch das Versuchsresultat nicht wesentlich alteriert sein kann, folgt weiter noch aus den zwei Thatsachen: nämlich 1. dass das Resultat des Versuches von 1891 sich genau so gestaltet hat, wie in den früheren Jahren, 2. dass eine Düngung mit einer grösseren Menge Stickstoff in der Form von Ammoniak im allgemeinen keinen höheren Ernteertrag geliefert hat, wie eine Düngung mit einer kleineren Menge.

Auch diese letzte Thatsache ist durch die Versuche des Jahres 1891 bestätigt werden.



Verhandlungen

der V. Hauptversammlung des Verbandes landwirtschaftlicher Versuchs-Stationen im Deutschen Reiche im Club der Landwirte zu Berlin am 11. und 12. Dezember 1892.

Tagesordnung.

1. Bericht und Rechnungsablage des Vorstandes über das Geschäftsjahr 1891/92.
2. Neuwahl eines Vorstandsmitgliedes an Stelle des verstorbenen Professor GUSTAV KÜHN.
3. Über Fehlerquellen bei der Phosphorsäure-Bestimmung nach der Molybdänmethode. Berichterstatter: Dr. G. LOGES, Posen.
4. Bericht über die im Auftrage des Verbandes ausgeführte Untersuchung eines Superphosphats und einer reinen Phosphorsäurelösung. Berichterstatter: Geh. R.-R. M. MAERCKER, Halle a. S.
5. Über den Analysen-Spielraum bei Bestimmung der Phosphorsäure. Berichterstatter: Prof. Dr. H. SCHULTZE, Braunschweig.
6. Zweite Lesungen der Beschlüsse betreffend:
   a) Die Untersuchung der Thomasphosphate nach dem Schwefelsäure und Salzsäure-Aufschliessungsverfahren. Berichterstatter: Geh. R.-R. M. MAERCKER, Halle a. S., und Dr. K. MÜLLER, Hildesheim.
   b) Die Einrichtung der Düngerkontrole und deren allgemeine Grundsätze. Berichterstatter: Prof. Dr. H. SCHULTZE, Braunschweig.
   c) Die Untersuchung der Futtermittel und die Vereinbarungen im Futtermittelhandel. Berichterstatter: Prof. Dr. A. EMMERLING, Kiel.
   d) Die Bodenuntersuchung. Berichterstatter: Prof. Dr. E. VON WOLFF, Hohenheim.
   e) Die Samenprüfungen. Berichterstatter: Dr. E. EIDAM, Breslau.
   f) Die zu Halle beschlossenen Abänderungen der Satzungen.
7. Über die direkte Bestimmung des Stickstoffs im Chilisalpeter. Berichterstatter: Geh. R.-R. M. MAERCKER, Halle, und Prof. Dr. A. STUTZER, Bonn
8. Die Einrichtung der Samenkontrole nach allgemeinen Grundsätzen. Berichterstatter: Geh. Hofrat F. NOBBE, Tharand.
9. Über ein einheitliches Verfahren bei Untersuchung der Kalidünger, ev. Wahl eines Ausschusses zur Vorbereitung der Frage für die nächstjährige Versammlung.

10. Über die Einleitung von Stalldünger-Konservierungsversuchen mit ev. Unterstützung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft. Berichterstatter: Geh. R.-R. M. Maercker, Halle.
11. Die Beteiligung des Verbandes an der Chicagoer Weltausstellung. Berichterstatter: Derselbe.
12. Etwaige anderweite Vorschläge etc.

Anwesend sind:

1. Mitglieder.

Dr. Baumert, Halle.
Dr. Böttcher, Möckern.
Prof. Dr. Th. Dietrich, Marburg.
Dr. B. Dietzell, Augsburg.
Dr. E. Eidam, Breslau.
Prof. Dr. A. Emmerling, Kiel.
Prof. Dr. H. Fresenius, Wiesbaden.
Dr. F. Güntz, Danzig.
Dr. Haselhoff, Münster i. W.
Prof. Dr. R. Heinrich, Rostock.
Prof. Dr. L. Klein, Karlsruhe.
Dr. G. Klien, Königsberg.
Dr. G. Loges, Posen.
Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. M. Maercker, Halle a. S.
Dr. K. Müller, Hildesheim.
Geh. Hofrat Prof. Dr. F. Nobbe, Tharand.
Prof. Dr. Th. Pfeiffer, Jena.
Prof. Dr. H. Schultze, Braunschweig.
Dr. B. Schulze, Breslau.
Dr. Steglich, Dresden.
Prof. Dr. F. Soxhlet, München.
Dr. B. Tacke, Bremen.
O. Toepelmann, Pommritz.
Prof. Dr. R. Ulbricht, Dahme.
Dr. Waas, Magdeburg.
Prof. Dr. P. Wagner, Darmstadt.

2. Vertreter des Deutschen Landwirtschaftsrates.

Ök.-Rat Dr. Frhr. von Canstein, Berlin.
Ök.-Rat von Langsdorff, Dresden.
Gen.-Sekretär Dr. Mueller, Berlin.
Dom.-Rat Rettig, Rostock.

3. Vertreter der Dünger-Industriellen.

Dr. Brunner, Wetzlar.
Dr. Güssefeld, Hamburg.
Dr. von Gruber, Vienenburg a. H.
Dr. Lüddecke, Nienburg a. W.
Dr. Scheele, Emmerich a. Rh.
Dr. Stalmann, Ocker a. Harz.

4. Vertreter der Grosshändler.

A. Heimann, Magdeburg.

5. Vertreter der Leopoldshall-Stassfurter Kaliwerke.

Direktor Görz, Leopoldshall.
E. Lierke, Stassfurt.
Dr. Tietjens, Leopoldshall.
Zimmermann, Leopoldshall.

6. Gäste.

Prof. Dr. Atwater, Washington.
Dr. O. Burchard, Hamburg.
Dr. Grete, Zürich.
Prof. E. N. Hilgard, Kalifornien.
Prof. Dr. Ad. Mayer, Wageningen.
Dr. E. Meissl, Wien.
Prof. Dr. A. Orth, Berlin.
Dr. Steffeck, Halle a. S.
Dr. Vogel, Berlin.
G. Voigt, Hamburg.

I. Sitzung am II. Dezember 1893.

Eröffnung der Sitzung durch den Vorsitzenden des Verbandes, Geh. Hofrat Prof. Dr. NOBBE, um $9^1/_2$ Uhr Vormittags.

Der Vorsitzende begrüsst die Mitglieder des Verbandes, die Vertreter des Deutschen Landwirtschaftsrates, die zahlreichen Gäste des In- und Auslandes, sowie die anwesenden Vertreter der Düngerindustrie und des Grosshandels.

Auf Antrag des Vorstandes wird zur möglichst korrekten und raschen Veröffentlichung der Verhandlungen ein Protokollausschuss und in denselben werden gewählt: DIETZELL, PFEIFFER und ULBRICHT.

Der Vorsitzende berichtet über die arbeitsreiche Thätigkeit des Verbandes im letzten Jahre, gedenkt der verschiedenen Kommissionsarbeiten, durch welche der Verband dem Deutschen Landwirtschaftsrat bei seinem Bestreben, eine wohlgeordnete Dünger- und Futtermittelkontrole allgemein einzuführen, zur Seite gestanden hat, und erwähnt des dankenswerten Entgegenkommens, welches diese Bestrebungen beim Verein der Deutschen Düngerfabrikanten, den Futtermittel-Grosshändlern, sowie dem Syndikate der Kaliwerke gefunden haben. Er spricht die Hoffnung aus, dass die Erkenntnis dieser segensreichen Bestrebungen in immer weitere Kreise dringen wird, und dass infolgedessen so beklagenswerte Vorkommnisse, wie sie neuerdings der sogen. HENSEL'sche Universaldünger gezeitigt hat, in Zukunft zur Unmöglichkeit werden.

Sodann gedenkt der Vorsitzende in warmen Worten der verstorbenen Verbandsmitglieder Professor Dr. GUSTAV KÜHN und Dr. SCHRODT, die sich durch ihre eigenen Arbeiten ein ehrenvolles Denkmal gesetzt hätten. Mit dem Tode KÜHN's sei der Verlust eines besonders eifrigen und hervorragenden Vorstands-Mitgliedes schmerzlich zu beklagen. Zum ehrenden Gedächtnis der Verstorbenen erheben sich die Anwesenden von den Sitzen.

Der Verband umfasst, nachdem die pflanzenphysiologische Versuchs-Station Karlsruhe wieder, sowie die agrikulturbotanische Versuchs-Station Breslau neu eingetreten sind, 47 Mitglieder.

Die Jahresrechnung für 1890/91 wird für erledigt erklärt. Als Revisoren für das nächste Jahr werden gewählt: SCHULTZE-Braunschweig und LOGES. Der Jahresbeitrag für 1892/93 wird

mit Rücksicht auf die zu erledigenden Arbeiten auf 30 Mark festgesetzt.

An Stelle des verstorbenen KÜHN wird SCHULTZE-Braunschweig in den Vorstand gewählt.

Unter Verschmelzung

von Punkt 3 mit Punkt 4 der Tagesordnung

berichtet zunächst MAERCKER über die im Auftrage des Verbandes ausgeführte Untersuchung eines Superphosphats und einer reinen Phosphorsäurelösung wie folgt:

Auf der Generalversammlung des Verbandes zu Halle am 23. Sept. 1891 berichtete ich im Auftrage des Düngerausschusses über die Ausführung einer Untersuchung verschiedener Superphosphate, welche ihrer Zeit von Dr. K. MÜLLER-Hildesheim gesammelt und an die einzelnen Versuchsteilnehmer versendet worden waren, unter Anwendung der Citrat- und Molybdän-Methode. Aus den Ergebnissen dieser Untersuchung ging hervor, dass die beiden angewandten Methoden bei allen Versuchsanstellern der artig übereinstimmten, dass die Generalversammlung auf Vorschlag der Düngerkommission den Beschluss fasste:

Die Bestimmung der wasserlöslichen Phosphorsäure kann mit Hilfe der Citratmethode ausgeführt werden.

Während nun die Bestimmung der Phosphorsäure für jeden einzelnen Versuchsansteller nach der Citrat- und Molybdänmethode sehr gut übereinstimmende Resultate ergeben hatte, zeigte es sich dagegen, dass die verschiedenen an der Untersuchung beteiligten Analytiker vielfach in ihren Resultaten recht mangelhaft übereinstimmten. Es war nur anzunehmen, dass sich die Superphosphate, die von dem einen sogleich, von dem anderen später untersucht worden waren, beim Lagern verändert hatten, so dass man die angestellten Untersuchungen zu der sehr wichtigen Frage, in wie weit die einzelnen Versuchs-Stationen in ihren Ergebnissen übereinstimmten, nicht gebrauchen konnte; es wurde deshalb der Beschluss gefasst:

1. Die Hallenser Versuchs-Station zu veranlassen, aus einem Superphosphate die wasserlösliche Phosphorsäure zu extrahieren und je ein Liter der filtrierten und mit Salpetersäure angesäuerten Lösung an die Versuchs-Stationen und Analy-

tiker der Düngerfabriken behufs Untersuchung zu versenden;

2. die Untersuchung folgendermassen auszuführen:

a) Sie erfolgt in allen Fällen sowohl nach der Citrat-, wie nach der Molybdän-Methode;

b) Zur Untersuchung gelangen 50 g der Lösung und es ist anzugeben, wie viel Gramm Magnesiumpyrophosphat daraus gewonnen sind;

c) Es sind genaue Angaben über die Arbeitsweise zu machen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind von mir ausführlich bearbeitet und in dem in den „Landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen“ niedergelegten Bericht beschrieben worden. Es geht aus dieser Mitteilung hervor, dass zwar wiederum die Übereinstimmung der Molybdän- und Citratmethode eine derartige war, dass man letztere dreist für die technische Untersuchung beibehalten konnte; aber wenngleich die Unterschiede der Resultate der einzelnen Versuchsteilnehmer auch nicht so gross waren, wie bei der Untersuchung der versendeten Superphosphate in Substanz, so waren dieselben doch derart beschaffen, dass die Düngercommission den Beschluss fasste, sich bei dieser Untersuchung nicht zu beruhigen, sondern eine neue Lösung von bekanntem Phosphorsäuregehalt herzustellen und mit dieser nochmals die Untersuchung ausführen zu lassen. Zu diesem Zweck wurden Dr. K. MÜLLER-Hildesheim und der Berichterstatter beauftragt, eine Lösung von reinem Natriumphosphat herzustellen und den Mitgliedern der Düngerkommission zur Bestimmung der Phosphorsäure nach der Molybdän- eventuell Eindampfmethode und nach der direkten Ausfällung mit Magnesiamixtur zu überweisen und sodann dieselbe im Verhältnis von 1000 g zu 50 g mit einer aus Calciumkarbonat, Eisen und Aluminium in salpetersaurer Lösung hergestellten Mischung zu versetzen, um damit die Zusammensetzung des Superphosphats nachzuahmen.

Auf diese Weise sind die betr. Lösungen hergestellt und in Gegenwart des von dem Düngerausschuss hierzu erwählten Dr. MÜLLER-Hildesheim gemischt, in Flaschen gefüllt und seitens der Versuchs-Station Halle verschickt worden. Das Ergebnis dieser Untersuchung findet sich ebenfalls in dem in den landw. Versuchs-Stationen von dem Verfasser erstatteten Bericht nieder-

gelegt, so dass auf denselben bezüglich der Einzelheiten verwiesen werden kann.

Der Ausfall der Untersuchung war ebenso unerfreulich, als derjenige der Untersuchung der Superphosphatlösung, indem man zwar allgemein wieder eine genügende Übereinstimmung der Molybdän- mit der Citratmethode erzielte, die Untersuchungen der einzelnen Versuchs-Stationen aber doch derart von einander abwichen, dass der Düngerausschuss wiederum glaubte, sich nicht dabei beruhigen zu können, sondern die Fortsetzung der Untersuchung beschloss. Da die ausführlichen Berichte der einzelnen Versuchs-Stationen grosse Abweichungen an der Ausführung der Molybdän- wie der Citratmethode erkennen liessen, beschloss der Düngerausschuss in einer zu Hildesheim am 30. Oktober abgehaltenen Sitzung, nochmals eine nach gleichen Grundsätzen hergestellte Lösung an alle Verbandsmitglieder zu versenden und stellte einen Entwurf für die Ausführung der Untersuchung fest, nach welchem genau analysiert werden sollte. Diese Vorschläge hatten folgende Fassung:

Zur Ausführung der Phosphorsäurebestimmung nach den Vorschlägen des Düngerausschusses des Verbandes der Versuchs-Stationen im Deutschen Reich.

Die zur Untersuchung allen Versuchs-Stationen des Verbandes zugegangene Lösung ist aus reinem Natriumphosphat unter Zusatz von so viel Calcium-, Eisen- und Aluminium-Salzen, als in einem mittleren Superphosphat (mit 16 % lösl. Phosphorsäure) enthalten sind, bereitet. Dieselbe entspricht der bereits früher untersuchten Lösung. Eine Abscheidung von Kieselsäure vor der Ausführung der Phosphorsäurebestimmung ist in diesem Falle unnötig, hat aber selbstverständlich, wenn es sich in Zukunft um die Untersuchung von Superphosphatlösungen nach der Molybdänmethode bei Schiedsanalysen handeln sollte, zu erfolgen.

I. Die Ausführung der Phosphorsäurebestimmung nach der Molybdänmethode.

Die Bereitung der Molybdänflüssigkeit (Fresenius'sche Vorschrift). — 150 g reines Ammonium molybdänic., (zu beziehen von E. Merck, Darmstadt, Ammonium molybd. purissimum pro analysi) werden in Wasser zu 1 l gelöst und in 1 l

reiner Salpetersäure von 1.2 spezif. Gewicht unter Umschwenken eingegossen, sodann im Wasserbade erwärmt, dass die Mischung 10 Minuten lang die Temperatur von 90° C.[1]) annimmt, 2 Tage an einem warmen Ort (30—35° C.) aufbewahrt und sodann von dem Niederschlage, der aber keinesfalls bedeutend sein darf, abfiltriert.

Ausfällung der Phosphorsäure. — 50 ccm der Phosphatlösung werden, um die Berechnung auf die angewendete Gewichtsmenge zu ermöglichen, gewogen, mit 200 ccm der Molybdänlösung im Wasserbade 10 Minuten auf eine Temperatur von 90° C. gebracht und 3 Stunden lang der Abkühlung überlassen.

Abfiltrieren des Niederschlages und Auswaschen desselben. — Das Abfiltrieren des Niederschlages erfolgt durch Filter von 11 cm Durchmesser von Schleicher & Schüll, Düren, No. 589 (Acido hydrochlorico et hydrofluorico extractum). Um eine vollkommene Gleichmässigkeit zu erzielen, liegen der Sendung der Phosphorsäurelösung Filter für den Gebrauch zur Analyse bei.

Zum Auswaschen des gelben Niederschlages auf dem Filter dient eine Flüssigkeit, welche aus 100 Teilen obiger Molybdänlösung, 20 Teilen Salpetersäure von 1.2 spezif. Gewicht und 80 Teilen Wasser besteht.

Das Auswaschen wird fortgesetzt, bis die Kalkreaktion verschwunden ist; 1 ccm des Waschwassers darf mit 10 ccm absolutem, mit ein wenig Schwefelsäure angesäuertem Alkohol keine Trübung erzeugen.

Lösen des gelben Niederschlages. — Nach dem vollkommenen Auswaschen wird der Niederschlag auf dem Filter in möglichst wenig 10prozentiger Ammoniakflüssigkeit gelöst und das Filter mit $2^1/_2$prozentiger Ammoniakflüssigkeit so lange ausgewaschen, bis im Filtrat keine Molybdänreaktion eintritt.

Zur Prüfung auf Molybdän wird ein Tropfen des Filtrats auf einer Glas- oder Porzellanplatte mit Salzsäure angesäuert

---

[1]) Das Merck'sche Präparat verträgt das Erwärmen auf 90° C., es ist jedoch ein Überhitzen der Gefässwandungen hierbei zu vermeiden; man darf die betreffende Kochflasche z. B. nicht direkt auf das Metall des Wasserbades stellen und der Flüssigkeitsspiegel der Kochflasche muss höher, als derjenige des Wasserbades, sein.

und mit einem Tropfen frisch bereiteter Blutlaugensalzlösung versetzt; bei Anwesenheit von Molybdän tritt Rotfärbung ein.

Ausfällen der Phosphorsäure mit Magnesia-Mixtur. — Das Filtrat wird mit $2^1/_2$ prozentiger Ammoniakflüssigkeit auf 150 ccm gebracht und, ohne vorher neutralisiert zu sein, tropfenweise unter stetem Umrühren, welches aber ohne Berührung der Gefässwandungen zu erfolgen hat, mit 10 ccm Magnesiamixtur versetzt. Der Düngerausschuss hatte 25 ccm angegeben, bei den Unterzeichneten tauchten jedoch Bedenken gegen den in 25 ccm enthaltenen grossen Magnesiaüberschuss, der nach den bisherigen Erfahrungen möchlichst vermieden werden soll, auf und es werden nunmehr 10 ccm vorgeschlagen. — Dieses schliesst selbstverständlich nicht aus, dass Kontrolbestimmungen mit 25 ccm ausgeführt werden dürfen, um deren eventuelle Mitteilung gebeten wird.

Bereitung der Magnesiamixtur. — 550 g reines Chlormagnesium, 700 g Chlorammonium, $2^1/_2$ l 10proz. Ammoniak werden mit Wasser auf 10 l aufgefüllt, mehrere Tage stehen gelassen und vor dem Gebrauch filtriert.

Wenn in den Laboratorien nach dieser Vorschrift bereitete Magnesiamixtur vorhanden ist, darf dieselbe selbstverständlich benutzt werden; dagegen ist die Molybdänflüssigkeit mit dem Merck'schen Präparat unbedingt neu zu bereiten.

Auswaschen des Magnesium-Ammoniumphosphats. — Das Auswaschen erfolgt mit $2^1/_2$ prozentiger Ammoniakflüssigkeit, bis die Chlorreaktion verschwunden ist. — Die Prüfung erfolgt mit einer Mischung von 10 ccm Silbernitratlösung nach Fresenius und 90 ccm Salpetersäure von 1.2 spezif. Gewicht, welche bis zur Abscheidung des etwa entstehenden Niederschlages von Chlorsilber stehen gelassen wird. 10 ccm dieser Lösung werden in einem Reagensglase mit dem gleichen Volumen des Waschwassers überschichtet; das Erscheinen einer weissen Zone an der Berührungsstelle weist nach, dass noch Chlor vorhanden ist.

Sammeln und Glühen des Niederschlages. — Das Filter wird mit dem Niederschlage im Trockenschrank bei 100° C. getrocknet, der Niederschlag vom Filter losgelöst, in den gewogenen Platintiegel gebracht und vorsichtig geglüht; das trockene Filter wird an einer Platinspirale oder auf dem Tiegeldeckel für sich verbrannt, der Rückstand in den Tiegel

gebracht und dieser mit dem Niederschlag in der Flamme eines kräftigen Bunsenbrenners geglüht und nunmehr das Gewicht festgestellt. Eine zweite Gewichtsermittelung erfolgt nach dem Glühen in stärkster Hitze des Gebläses oder Glühofens bis zur Gewichtskonstanz.

Der Niederschlag wird nach beendetem Glühen und Wägen mit neutraler Silbernitratlösung betupft; derselbe darf keine Gelbfärbung zeigen.

Es ist wünschenswert, dass neben obiger Methode zur Kontrole auch mit der Filtration durch den Gooch-Tiegel gearbeitet werde, und es werden diejenigen Laboratorien, welche hierfür eingerichtet sind, ausdrücklich hierzu aufgefordert. Es versteht sich von selbst, dass dieselben, der absoluten Gleichmässigkeit halber, daneben auch mit der Filtration durch die SCHLEICHER-SCHÜLL'schen Filter arbeiten.

II. Die Ausführung der Phosphorsäurebestimmung nach der Citratmethode.

Bereitung der Citratlösung. — Dieselbe soll unter Zurückdrängung aller vielleicht an einzelnen Stationen gepflogenen Gewohnheiten vollkommen einheitlich nach folgender Vorschrift erfolgen, wozu bemerkt wird, dass die Majorität des Düngerausschusses eine etwas stärkere Citratlösung, als nach der sogenannten Hallenser Vorschrift eingeführt war, vorschlägt.

1100 g reine Citronensäure werden mit 4000 g 24prozent. Ammoniakflüssigkeit und der entsprechenden Wassermenge auf 10 l gebracht und vor dem Gebrauch filtriert.

Ausfällung der Phosphorsäure. — 50 ccm Phosphorsäurelösung werden gewogen, mit 50 ccm Citratlösung und 25 ccm Magnesiamixtur in einem Becherglase 10 Minuten lang ausgerührt. Es wird ausdrücklich das Ausfällen in einem Becherglase und das Ausrühren verlangt, und es ist deshalb das Ausfällen im ERLENMEYER'schen Kolben und das nachherige Ausschütteln, wie es sonst vielleicht ausgeführt wird, in diesem Fall zu unterlassen oder nur zur Kontrole auszuführen (was erwünscht erscheint).

Abfiltrieren, Auswaschen und weitere Behandlung des Niederschlages. — Der aus der Citratlösung fallende Ammonium-Magnesium-Phosphat-Niederschlag wird genau

wie oben bei der Molybdänmethode auf einem Filter von SCHLEICHER & SCHÜLL gesammelt, mit $2^1/_2$ prozentiger Ammoniakflüssigkeit bis zum Verschwinden der Kalkreaktion ausgewaschen und, wie oben bei der Molybdänmethode angegeben, weiter behandelt. Da bei den mit der Citratmethode bisher ausgeführten Bestimmungen fast durchgehends mit 25 ccm Magnesiamixtur gearbeitet worden ist, hat der Düngerausschuss geglaubt, diese Menge beibehalten zu müssen. Auch hier sind Kontrolversuche mit dem Gooch-Tiegel erwünscht.

Der Düngerausschuss

i. A. gez. M. MAERCKER-Halle. H. SCHULTZE-Braunschweig.

Auf Grund dieser Anweisung wurde nun die betreffende Untersuchung seitens der Verbandsmitglieder ausgeführt, und sind die Zahlen dieser Untersuchung in nachstehender Zusammenstellung, welche den Verbandsmitgliedern vor der Generalversammlung zugegangen ist, niedergelegt.

(Siehe Tabellen S. 108—111.)

Es haben bei diesen Phosphorsäurebestimmungen folgende Stationen die Filtration der phosphorsauren Ammonmagnesia durch Papierfilter und den Gooch-Tiegel ausgeführt und in 50 g der Lösung in beiden Fällen folgende Mengen $Mg_2 P_2 O_7$ in g gefunden:

a) nach der Molybdänmethode.

	Filter aus Papier	Gooch-Tiegel
Halle a. S. . . .	0.2402	0.2403
	0.2399	0.2405
	0.2395	0.2402
	0.2391	0.2398
Kiel	0.2355	0.2402
Möckern	0.2390	0.2409
Wiesbaden . . .	0.2421	0.2427

b) nach der Citratmethode.

	Filter aus Papier	Gooch-Tiegel
Augsburg	0.2409	0.2400
Bonn	0.2448	0.2448
	0.2449	0.2449
Breslau	0.2411	0.2412
Kiel	0.2414	0.2445
Möckern . . .	0.2444	0.2444
Wiesbaden. . . .	0.2450	0.2452

Beim Vergleich des Ausschüttelns der phosphorsauren Ammonmagnesia im ERLENMEYER'schen Kolben mit dem Ausrühren im Becherglase haben gefunden in 50 g der Lösung: $Mg_2P_2O_7$ in g:

	ausgeschüttelt	ausgerührt
Magdeburg . . .	0.2442 (Gooch-Tiegel)	0.2439
Möckern	0.2436 (Gooch-Tiegel)	0.2444 (Gooch-Tiegel)
Dr. LÜDDECKE . .	0.2434 (Gooch-Tiegel)	0.2432

Beim Glühen des Niederschlages über dem Bunsenbrenner und im Gebläse resp. Glühofen etc. haben folgende Stationen und Vertreter der Düngerfabrikation in 50 g der Lösung gefunden $Mg_2P_2O_7$ in g:

a) bei der Molybdänmethode.

	nach dem Glühen über dem Bunsenbrenner mg	im Glühofen mg	demnach Gewichtsabnahme mg
Augsburg	0.2448	0.2384	6.4
		auf dem Gebläse	
Breslau	0.2444	0.2440	0.4
	0.2466	0.2458	0.8
		im Glühofen	
Darmstadt	0.2427	0.2405	2.2
Halle a. S.	0.2417	0.2402	1.5
	0.2416	0.2399	1.7
	0.2422	0.2395	2.7
	0.2415	0.2391	2.4
		über dem Teclu-Brenner	
Kiel	0.2394	0.2355	3.9
		im Glühofen	
Magdeburg	0.2410	0.2375	3.5
		b. z. Gewichtskonst. heft. geglüht	
Pommritz	0.2417 [1])	0.2405 [1])	1.2
		im Gebläse	
Dr. BRUNNER	0.2420	0.2409	1.1
		n. d. Glühen b. z. Gewichtskonst.	
Dr. LÜDDECKE	0.2440	0.2433	0.7
	0.2442	0.2435	0.7
		im Gebläse	
Dr. VON GRUBER . . .	0.2422	0.2409	1.3

[1]) Obige Zahlen sind erhalten durch Addition der Gewichtszunahme der mit Magnesia ausgefütterten Tiegeldeckel zu der in den Tiegeln gewogenen $Mg_2P_2O_7$; ohne diese Gewichtszunahmen lauten die Zahlen:

nach dem Glühen über dem Bunsenbrenner	bis zur Gewichtskonstanz	demnach Gewichtsabnahme
0.2407	0.2380	2.7 mg

Ergebnisse der Phosphor-

A. des Verbandes der landwirtschaftl.

(ausgeführt im

Gehalt der angewandten Natriumphosphat-Lösung[1]) in 50 g nach der Eindampf- $Mg_2P_2O_7$. Also sind in 50 g der mit Ca-, Al- und Fe-Salzen im Verhältnis

Laufende No.	Station	Verbands-				
		Molybdän		Citrat		+ mehr, —weniger gefunden bei der Citratmethode als bei der Molybdänmethode
		$Mg_2P_2O_7$	P_2O_5	$Mg_2P_2O_7$	P_2O_5	mg P_2O_5
1	Augsburg . . .	0.2384	0.1525	0.2409	0.1541	+ 1.6
2	Bonn	0 2425	0.1551	0.2448	0.1566	+ 1.5
3	Braunschweig . .	0.2407	0.1540	0.2436	0.1558	+ 1.8
4	Bremen	0.2425	0.1551	0.2444	0.1564	+ 1.3
5	Breslau	0.2440	0.1561	0.2411	0.1542	— 1.9
6	Köthen	0.2394	0.1531	0.2433	0.1556	+ 2.5
7	Danzig	0.2410	0.1541	0.2462	0.1575	+ 3.4
8	Darmstadt . . .	0.2405	0.1538	0.2415	0.1545	+ 0.7
9	Halle	0.2395	0.1532	0.2446	0.1565	+ 3.3

[1]) Die Analyse der Natriumphosphatlösung vor dem Zusatz der Ca-, Al- und Fe-Salzen ergab:

in 50 g

Nach der	g $Na_4P_2O_7$	g $Mg_2P_2O_7$	im Mittel
Eindampfbestimmung .	0.3056 0.3056	0.2550 0.2550	0.2550
direkten Fällung . . .		0.2548 0.2552	0.2550

säurebestimmungen

Versuchs-Stationen im Deutschen Reich

November 1892).

bestimmung 0.2550 g $Mg_2P_2O_7$, nach der Ausfällungsbestimmung 0.2550 g
1000 g + 50 g gemengten Lösung 0.2429 g $Mg_2P_2O_7$ = 0.1554 g P_2O_5 enthalten.

methode + mehr, — weniger gefunden als zu erwarten war; nach der Molybdänmethode	 Citratmethode	Bemerkungen.
mg P_2O_5=10tel Proz.		
— 2.9	— 1.3	
— 0.3	+ 1.2	mit 10 ccm Hallescher Mgmixtur 0.2423 g $Mg_2P_2O_7$ (Molybdänmeth.) „ 25 „ „ „ 0.2449 „ „ (Citratmethode.) nach eigner Methode (Molybd.) 0.2445 „ „
— 1.4	+ 0.4	
— 0.3	+ 1.0	
+ 0.7	— 1.2	mit 25 ccm Mgmixtur (n. Vorschrift) 0.2458 g $Mg_2P_2O_7$ (Molybdänmeth.)
— 2.3	+ 0.2	
— 1.3	+ 2.1	
— 1.6	— 0.9	
— 2.2	+ 1.1	mit 25 ccm Mgmixtur (n. Vorschrift) 0.2391 g $Mg_2P_2O_7$ (Molybdänm.) „ 10 „ „ (Hallesche) 0.2402 „ „ „ „ 25 „ „ „ 0.2399 „ „ „ „ 10 „ „ (n. Vorschrift) 0.2430 „ „ (Citratm.) „ 10 „ „ (Hallesche) 0.2427 „ „ „ „ 25 „ „ „ 0.2445 „ „ „ nach Hallescher Molybdänmethode 0.2437 „ „ „ „ Citratmethode 0.2437 „ „

Laufende No.	Station	Verbands-				
		Molybdän		Citrat		+ mehr, — weniger gefunden bei der Citratmethode als bei der Molybdänmethode
		$Mg_2P_2O_7$	P_2O_5	$Mg_2P_2O_7$	P_2O_5	mg P_2O_5
10	Hohenheim . . .	0.2403	0.1538	0.2411	0.1542	+ 0.4
11	Hildesheim . . .	0.2428	0.1553	0.2434	0.1557	+ 0.4
12	Insterburg . . .	0.2448	0.1566	0.2452	0.1568	+ 0.2
13	Jena	0.2412	0.1543	0.2442	0.1562	+ 1.9
14	Karlsruhe . . .	0.2421	0.1549	0.2436	0.1558	+ 0.9
15	Kiel	0.2355	0.1506	0.2414	0.1544	+ 3.8
16	Königsberg . .	0.2435	0.1557	0.2440	0.1561	+ 0.4
17	Magdeburg . .	0.2375	0.1519	0.2439	0.1560	+ 4.1
18	Marburg . . .	0.2414	0.1544	0.2450	0.1567	+ 2.3
19	Möckern . . .	0.2390	0.1529	0.2444	0.1563	+ 3.4
20	München . . .	0.2422	0.1550	0.2428	0.1554	+ 0.4
21	Münster	0.2431	0.1555	0.2421	0.1549	— 0.6
22	Pommritz . . .	0.2405	0.1538	0.2435	0.1557	+ 1.9
23	Posen	0.2411	0.1542	0 2438	0.1559	+ 1.7
24	Regenwalde . .	0.2428	0.1554	0.2422	0.1550	— 0.4
25	Rostock	0.2419	0.1547	0.2445	0.1564	+ 1.7
26	Rufach	0.2384	0.1525	0.2434	0.1556	+ 3.1
27	Speyer	0.2466	0.1577	0.2457	0.1572	— 0.5
28	Triesdorf . . .	0.2440	0.1561	0.2445	0.1564	+ 0.3
29	Wiesbaden . . .	0.2421	0.1549	0.2450	0.1567	+ 1.8
30	Würzburg . . .	0.2448	0.1566	0.2459	0.1578	+ 1.2
				B. der Vertreter		
	Dr. BRUNNER, Wetzlar .	0.2409	0.1541	0.2445	0.1564	+ 2.3
	Dr. LÜDDECKE, Nienburg	0.2433	0.1554	0.2434	0.1557	+ 0.3
	Dr. v. GRUBER, Vienenburg	0.2409	0.1542	0.2449	0.1567	+ 2.5
	Dr. GÜSSEFELD, Hamburg	0.2169	0.1387	0.2440	0.1561	+ 17.4
	Dr. SCHEELE, Emmerich	0.2411	0.1542	0.2447	0.1565	+ 2.3

methode + mehr — weniger gefunden als zu erwarten war; nach der Molybdän-methode	 Citrat-methode	Bemerkungen.
mg P_2O_5=10tel Proz.		
— 1.6	— 1.2	
— 0.1	+ 0.3	mit einer ammoniakreicheren Citratlösung 0.2443 g $Mg_2P_2O_7$.
+ 1.2	+ 1.4	
— 1.1	+ 0.8	
— 0.5	+ 0.4	
— 4.8	— 1.0	
+ 0.3	+ 0.7	
— 3.5	+ 0.6	nach d. Vorschrift, aber mit ält. Molybdänlösung 0.2401 g $Mg_2P_2O_7$ (Trommsdorff'sches Präparat) n. d. vorgeschr. Citratm., jedoch ausgeschüttelt, 0.2442 g $Mg_2P_2O_7$ „ „ „ „ „ und mit alter Hallescher Citratlösung 0.2446 g $Mg_2P_2O_7$.
— 1.0	+ 1.3	nach eigner Molybdänmethode 0.2427 g $Mg_2P_2O_7$ „ „ Citratmethode 0.2436 „ „
— 2.5	+ 0.9	mit 25 ccm Mgmixtur (nach Vorschrift) 0.2428 g $Mg_2P_2O_7$ (Molybdänmethode). Citratm. neue Vorschr. im Erlenmeyer ausgeschüttelt 0.2436 g $Mg_2P_2O_7$ „ alte „ „ „ „ 0.2449 „ „
— 0.4	+ 0.0	
+ 0.1	— 0.5	
— 1.6	+ 0.3	
— 1.2	+ 0.5	mit 25 ccm Mgmixtur (n. Vorschrift) 0.2422 g $Mg_2P_2O_7$ (Molybdänm.)
+ 0.0	— 0.4	
— 0.7	+ 1.0	
— 2.9	+ 0.2	
+ 2.3	+ 1.8	nach eigner Methode (Citratmethode) 0.2456 g $Mg_2P_2O_7$.
+ 0.7	+ 1.0	
— 0.5	+ 1.3	mit 25 ccm Mgmixtur 0.2435 g $Mg_2P_2O_7$ (Molybdänmethode) nach der Molybdänmethode nach Fresenius 0.2418 g $Mg_2P_2O_7$ cf. R. Fresenius, Anleitung zur quantit. Analyse. 6. Aufl., Bd. II, pag. 691—693.
+ 1.2	+ 2.4	

der Düngerfabriken.

— 1.3	+ 1.0	
+ 0.0	+ 0.3	mit 25 ccm Mgmixtur (n. Vorschr.) 0.2435 g $Mg_2P_2O_7$ (Molybdänmeth.); n. 1/2stünd. Ausschütteln sofort filtriert 0.2432 g $Mg_2P_2O_7$ (Citratm.).
— 1.2	+ 1.3	
— 16.7	+ 0.7	
— 1.2	+ 1.1	n. alter Molybdänm. 0.2441 g $Mg_2P_2O_7$, n. d. Citratm. (Maercker'sche Vorschr. Gooch-Tiegel) 0.2449 g $Mg_2P_2O_7$.

b) bei der Citratmethode.

	nach dem Glühen über dem Bunsenbrenner mg	mg	demnach Gewichtsabnahme mg
		im Glühofen	
Augsburg	0.2447	0.2409	3.8
		auf dem Gebläse	
Breslau	0.2427	0.2411	1.6
	0.2442	0.2412	3.0
		im Glühofen	
Darmstadt	0.2439	0.2415	2.4
		über dem Teclu-Brenner	
Kiel	0.2434	0.2414	2.0
		im Glühofen	
Magdeburg	0.2454	0.2439	1.5
		b. z. Gewichtskonst. heft. geglüht.	
Pommritz	0.2434[1])	0.2435[1])	−0.1
		im Gebläse	
Dr. Brunner	0.2453	0.2445	0.8
		n. d. Glühen b. z. Gewichtskonst.	
Dr. Lüddecke	0.2439	0.2434	0.5
	0.2440	0.2432	0.8
		im Gebläse	
Dr. von Gruber . . .	0.2458	0.2449	0.9

Die erhaltenen Zahlen sind noch weniger übereinstimmend, als diejenigen der früheren Untersuchung, und man könnte meinen, dass man sich mit der weiteren Fortsetzung der Untersuchung immer weiter von dem richtigen Wege entfernt hätte; trotzdem glaubt der Berichterstatter, dass dieselben als Grundlage benutzt werden können, um endlich der Wahrheit nahe zu kommen.

Vor allem ist die Übereinstimmung der verschiedenen Analytiker bei Anwendung der Citratmethode eine sehr erfreuliche gewesen, denn es fanden nach den Zahlen der grossen Zusammenstellung:

zu viel		zu wenig		richtig
9 Analytiker	0.6—1.0 mg	2 Analytiker	0.5—1.0 mg	innerhalb 0.5 mg
7 „	1.1—1.5 „	3 „	1.0—1.3 „	11 Analytiker
1 „	1.6—2.0 „	5		
2 „	2.1—2.4 „			
19				

[1]) Ohne die Gewichtszunahme der Tiegeldeckel lauten die Zahlen:

nach dem Glühen über dem Bunsenbrenner	bis zur Gewichtskonstanz	demnach Gewichtsabnahme
0.2434	0.2407	2.7 mg

Die Ergebnisse von 35 Analytikern, welche sich an der Untersuchung beteiligten, wichen daher nur dreimal um mehr als 1.5 mg Phosphorsäure, entsprechend ungefähr ebenso vielen Zehntel-Prozenten, von dem richtigen Gehalt der übersandten Lösung ab. Dieses darf als ein sehr gutes Resultat betrachtet werden, und kann man daraus schliessen, dass die Citratbestimmung nach der gegebenen Vorschrift ihre Schuldigkeit vollständig gethan hat.

Dagegen war die Übereinstimmung der nach der Molybdänmethode ausgeführten Bestimmungen eine sehr viel schlechtere, so dass man an dieser Methode fast verzweifeln könnte.

Es fanden:

zu viel			zu wenig			richtig
2	Analytiker	0.6—1.0 mg	2	Analytiker	0.6—1.0 mg	innerhalb 0.5 mg
2	„	1.1—1.5 „	7	„	1.1—1.5 „	10 Analytiker
1	„	2.3 „	3	„	1.6—2.0 „	
5			3	„	2.1—2.5 „	
			2	„	2.6—3.0 „	
			1	„	3.5 „	
			1	„	4.8 „	
			19			

Die Übereinstimmung der einzelnen Analytiker war demnach bei den früheren Untersuchungen, wo jeder nach seiner eigenen Methode gearbeitet hatte, eine sehr viel bessere, als jetzt, wo man die genauesten Vorschriften über die Ausführung jeder einzelnen Operation gegeben hatte und, wenn man auch nicht das absolut Richtige finden musste, doch wenigstens auf eine vollkommene Übereinstimmung rechnen konnte. Der Grund, welcher sogleich weiter ausgeführt werden soll, lag darin, dass die Vorschläge zur Ausführung der Methode nicht den Ansprüchen einer vollkommen richtigen Methode entsprachen, und es wiederholte sich bei dieser Gelegenheit die schon so oft gemachte Erfahrung, dass k o n v e n t i o n e l l e Methoden ihre grossen Schattenseiten haben und man nur dann mit voller Sicherheit auf eine befriedigende Übereinstimmung rechnen kann, wenn sie auf einer vollkommen richtigen wissenschaftlichen Grundlage beruhen.

In die von dem Düngerausschuss ausgearbeitete Vorschrift waren nun von verschiedenen Seiten Vorschläge hineingebracht, welche in Verbindung mit anderen Massregeln vollständig richtig waren, für sich allein aber kleine Abweichungen hervorgebracht

haben, auf welche der Ausschuss bei Feststellung des Programms kein übermässig grosses Gewicht legen zu müssen glaubte, da es sich in diesem Fall nur um eine Prüfung der Übereinstimmung der verschiedenen Analytiker handelte und man eine solche Übereinstimmung zu erreichen hoffte, wenn man eine ganz genau vereinbarte Vorschrift erliess, gleichgültig, ob dieselbe kleine Abweichungen von dem wirklichen Gehalt zustande kommen liess oder nicht.

Dass sich dabei der Ausschuss auf einem falschen Wege befunden hat, muss rückhaltlos anerkannt werden, aber die Ergebnisse der Untersuchung sind darum doch nicht verloren gewesen, denn sie weisen deutlich auf den richtigen Weg hin.

Hierüber kann der Berichterstatter folgendes bemerken: Es kann unmöglich ein Zufall sein, dass die Mehrheit der an der Untersuchung beteiligten Analytiker zu wenig und zwar nicht unerheblich zu wenig gefunden hat, wie aus obiger kleinen Zusammenstellung, wo 19 Analytiker zu wenig und nur 5 zu viel gefunden haben, hervorgeht. Der Umstand, dass 11 Analytiker richtig fanden, spricht ja dafür, dass man unter Umständen nach der vorgeschriebenen Methode richtig finden konnte[1]), aber im allgemeinen sind die Zahlen nicht anders zu deuten, dass viele erfahrene Analytiker zu wenig fanden, und es bleibt nichts anderes übrig, als anzunehmen, dass dieses in der Methode begründet war.

Der Hauptfehler der von dem Düngerausschuss vorgeschlagenen Molybdänmethode liegt darin, dass man die Ausfällung der Phosphorsäure mit der Magnesiamixtur in einer ammoniakreichen ($2^1/_2$ %) Lösung vornahm; man wollte die Wagner'sche Vorschrift, welche die einfachste schien, annehmen, um das umständliche Neutralisieren zu umgehen, übersah aber dabei, dass man damit nicht nach der Wagner'schen Vorschrift handele, denn nach dieser wird das Lösen des gelben Niederschlages in einer möglichst geringen Ammoniakmenge vorgeschrieben, so dass die Lösung hierbei nur schwach ammoniakalisch wird, während man nach der Vorschrift des Ausschusses eine $2^1/_2$ prozentige Ammoniaklösung anwendete. Aus einer solchen

---

[1]) Es wird selbstverständlich vorausgesetzt, dass man sich überall genau an die Vorschrift gehalten hat.

Lösung fällt nun aber entweder der Niederschlag nicht vollkommen aus, oder er besitzt eine von der des normalen Magnesium-Ammoniumphosphats abweichende Zusammensetzung, denn beim Glühen dieses Niederschlages scheint sich nach den Erfahrungen von H. Neubauer (Zeitschrift f. anorgan. Chemie 1892 Bd. II S. 45) freie Phosphorsäure zu verflüchtigen, so dass die Ergebnisse zu niedrig ausfallen müssen. Die von Neubauer ausgeführten, vergleichenden Versuche lassen wenigstens keine andere Auslegung zu. Damit stimmt überein, dass die Mehrzahl der Analytiker zu wenig fand. Unter Umständen muss der Niederschlag allerdings seine richtige Zusammensetzung bekommen, denn es fanden ja nach derselben Methode mehrere Analytiker richtige Zahlen, aber man kann offenbar nicht mit Sicherheit darauf rechnen, dass dieses der Fall sein wird.

Für die Fortsetzung der Untersuchung dürfte daher die Ausfällung der Phosphorsäure mit Magnesia-Mixtur aus einer ammoniakreichen Lösung verworfen werden müssen.

Mit der Annahme eines beim Glühen unbeständigen Niederschlages nach Neubauer stimmt die Beobachtung überein, dass bei fasst allen Bestimmungen, welche ein zu niedriges Resultat ergaben, die richtige Zahl gefunden wurde, wenn man nur sehr stark über dem Bunsenbrenner und nicht anhaltend auf dem Gebläse oder im Glühofen glühte. Hierüber mögen folgende Beispiele angeführt werden:

In 50 g waren 0.2429 g $Mg_2P_2O_7$ zu erwarten; es wurden gefunden:

	Bunsenbrenner	Gebläse
Augsburg	0.2448	0.2384
Darmstadt	0.2427	0.2405
Halle	0.2422	0.2402
Kiel	0.2415	0.2402
Magdeburg	0.2410	0.2375
Pommritz	0.2417	0.2405
Dr. Brunner	0.2420	0.2409
Dr. v. Gruber	0.2422	0.2409

Dass in der ammoniakreichen Lösung auch etwas Ammonium-Magnesiumphosphat zurückgehalten werden kann, ist daneben auch möglich, aber die Menge desselben, welche von Professor Schultze bestimmt wurde (0.0009 g $Mg_2P_2O_7$ entsprechend),

ist doch nicht gross genug, um den zu niedrigen Ausfall vieler Bestimmungen zu erklären, und die Annahme von Dr. Scheele (siehe die speziellen analytischen Zahlen auf Seite 123) ist wohl zu hoch gegriffen.

Jedoch mag es sein, wie es wolle — aus ammoniakreichen Lösungen erhält man unter Umständen ein erheblich zu niedriges Resultat der Phosphorsäurebestimmung nach der vorgeschlagenen Methode, und man muss deshalb die Ausfällung aus einer sehr schwach ammoniakalischen oder einer genau neutralisierten Lösung vornehmen. Über das Ausfällen aus einer genau neutralisierten Lösung wurden nun in Halle eigenartige Erfahrungen gemacht, über welche zunächst berichtet werden soll.

Als man das Ausfällen in einer genau neutralisierten Lösung, welche übrigens alsdann amphoter reagierte, vornahm und hierbei die von dem Ausschuss vorgeschriebene Magnesiamixtur anwandte, erhielt man viel zu hohe Zahlen,

10	ccm Magnesiamixtur	0.2460
10	„ „	0.2457
10	„ „	0.2460
20	„ „	0.2483

während 0.2429 g $Mg_2 P_2 O_7$ zu erwarten waren. Hierbei machte man die Beobachtung, dass sich der Niederschlag auf Zutröpfeln der Magnesiamixtur sehr langsam und unvollkommen abschied; die erste Trübung entstand erst nach dem Zutröpfeln von etwa 6—7 cm und die Ausscheidung wurde erst vollkommen, als man nach Beendigung des Zutröpfelns der Magnesiamixtur die vorgeschriebene Ammoniakmenge zusetzte. Unter diesen Verhältnissen entstand natürlich der Niederschlag derart, dass sich ihm eine gewisse Menge Magnesia beimischte, und er reagierte auch stets auf Orthophosphat. Die Ausfällung mit der Magnesiamixtur, wie letztere vom Ausschuss vorgeschrieben war, aus neutraler Lösung ist daher gleichbedeutend mit dem längst verworfenen Zusatz der Magnesiamixtur in einer Portion, und es wird bei dieser Sachlage die Wirkung des Zutröpfelns illusorisch.

Dagegen erhielt man in Halle immer absolut richtige Resultate, wenn man aus einer genau neutralen Lösung mit

einer konzentrierten Magnesiamixtur, welche namentlich mehr Ammoniak und Chlorammon enthielt (1050 g Chlorammon und 550 g Chlormagnesium, gelöst in 6500 ccm Wasser und mit 3500 ccm konz. 24proz. Ammoniak versetzt), ausfällte. Auf Zusatz dieser stärkeren Magnesiamixtur scheidet sich der Niederschlag aus der neutralen Lösung auf der Stelle ab, und die Bestimmungen, deren eine grosse Zahl ausgeführt wurden, fallen immer richtig aus.

Für die weitere Fortsetzung der Untersuchung dürfte daher das Ausfällen aus einer genau neutralen Lösung mit einer nach obiger Vorschrift bereiteten, stärkeren Magnesiamixtur vorzuschlagen sein.

Auch der andere Weg, auf dem man zu richtigen Resultaten zu kommen hoffen darf, dürfte gleichzeitig zu probieren sein, indem man genau nach Fresenius verfährt und der neutralisierten Lösung so viel Ammoniak zusetzt, dass dieselbe etwa 1 % Ammoniak enthält; unter diesen Umständen fand z. B. Prof. Schultze-Braunschweig 0.2432 statt 0.2429 g $Mg_2P_2O_7$. Der Berichterstatter beantragt hiermit die Fortsetzung der Untersuchung nach diesen Vorschlägen und ist gern bereit, wiederum eine Phosphorsäurelösung herstellen zu lassen und an die Mitglieder des Verbandes zu verschicken, falls die Hauptversammlung ihn damit betrauen würde.

Analytische Belege.

Aus 50 g der Lösung waren zu erwarten **0.2429** g $Mg_2P_2O_7$ (es sind an dieser Stelle nur diejenigen Untersuchungen aufgeführt, welche mehr als die nach der gegebenen Vorschrift erhaltenen Zahlen umfassen).

Versuchs-Station Augsburg.
50 g enthalten

		g $Mg_2P_2O_7$
I. Molybdänmethode;	glühen im Brenner	0.2448
„	„ „ Gebläse	0.2384
II. Citratmethode;	„ „ Brenner	0.2447
„	„ „ Gebläse	0.2409
„	„ „ Gooch-Tiegel	0.2400

Beim Glühen im Brenner wurden die Niederschläge nicht weiss.

Versuchs-Station Bonn.

In 50 g

I. Molybdänmethode.

	Auf dem Gebläse bis zum konstanten Gewicht $Mg_2P_2O_7$	Abnahme beim Glühen mg
a) Vorschrift des Dünger-Ausschusses m. 10 ccm schwacher Magn.-Mixt.	0.2425	2.0
b) desgl. m. stark. Hallescher Mg.-Mixt.	0.2423	
c) altes in Bonn gebräuchl. Verfahren (siehe unter B. früherer Bericht)	0.2445	2.5

II. Citratmethode.

a) Vorschrift des Dünger-Ausschusses mit Papierfilter	0.2448	
b) desgl. mit Gooch-Tiegel	0.2448	im Mittel
c) m. Hallescher Mg.-Mixt., Papierfilter	0.2449	1.0
d) desgl. mit Gooch-Tiegel	0.2449	

Versuchs-Station Braunschweig.

In 50 g

I. Molybdänmethode.

a) Nach Vorschlag des Dünger-Ausschusses 0.2407
(im Waschwasser waren 0.9 mg $Mg_2P_2O_7$ gelöst.)
b) nach Abstumpfung des Ammoniaks aus nahezu neutraler Lösung 0.2416
c) nach Fresenius aus etwa 1 % ammoniakalischer Lösung; 25 ccm Magn.-Mixtur 0.2432

II. Citratmethode.

a) 10 ccm Magnesia-Mixtur eingetröpfelt 0.2418
b) 15 „ „ „ 0.2419
c) 25 „ „ „ 0.2423
d) 25 „ „ schnell zugesetzt 0.2436

Versuchs-Station Breslau.

50 ccm = 50.55 g.

I. Molybdänmethode.

10 ccm Magnesia-Mixtur, Bunsen-Brenner 0.2444
10 „ „ Gebläse 0.2440
25 „ „ Bunsen-Brenner 0.2466
25 „ „ Gebläse 0.2458

II. Citratmethode.

Papierfilter, Bunsenbrenner 0.2427
„ Gebläse 0.2411
Gooch-T. Bunsen-Brenner 0.2442
„ Gebläse 0.2412

Die Niederschläge sahen nach dem Glühen auf dem Bunsen-Brenner noch stark grau aus und wurden erst nach dem Glühen auf dem Gebläse weiss.

Versuchs-Station Danzig.

In 50 g

I. Molybdänmethode.

10 ccm Magnesia-Mixtur	0.2410
25 „ „	0.2411

II. Citratmethode.

10 ccm Magnesia-Mixtur	0.2462
25 „ „	0.2441

Versuchs-Station Darmstadt.

In 50 g

I. Molybdänmethode.

	Bunsenbrenner	5 Min. im Glühofen
	0.2416	0.2404
	0.2440	0.2406
	0.2433	0.2402
	0.2426	0.2414
	0.2419	0.2400
	0.2430	0.2406
Mittel	0.2427	0.2405

Nach fortgesetztem Glühen im Glühofen nahmen die Niederschläge noch 0.2—3.4 mg ab.

II. Citratmethode.

	0.2430	0.2412
	0.2421	0.2412
	0.2454	0.2414
	0.2462	0.2419
	0.2426	0.2420
Mittel	0.2439	0.2415

Nach andauerndem Glühen im Glühofen nahmen die Niederschläge, welche schliesslich zusammengeschmolzen waren, 2.4 bis 9.6 mg ab.

Versuchs-Station Halle.

I. Molybdänmethode.

In 50 g

	Bunsenbrenner	Glühofen
a) Nach Vorschlag des Dünger-Ausschusses. 10	ccm schwach.	Magn.-Mixt.
Papierfilter	0.2422	0.2395
Gooch-Tiegel		0.2402
b) Desgl. 25 ccm schwacher Magnesia-Mixtur		
Papierfilter	0.2415	0.2391
Gooch-Tiegel		0.2398
c) Desgl. mit 10 ccm starker Magnesia-Mixtur.		
Papierfilter	0.2417	0.2402
Gooch-Tiegel		0.2403

d) Desgl. mit 25 ccm starker Magnesia-Mixtur.

Papierfilter	0.2416	0.2399
Gooch-Tiegel		0.2405

e) Molybdänmethode Halle, aus neutralisierter Lösung mit 20 ccm starker Magnesia-Mixtur ausgefällt.

Gooch-Tiegel im Gebläse 0.2437

II. Citratmethode (überall mit Gooch-Tiegel ausgeführt); in 50 g:

a) Genau nach Vorschrift	0.2430
b) desgl.; 25 ccm Magnesia-Mixtur	0.2446
c) desgl.; 10 ccm starke Magnesia-Mixtur	0.2427
d) desgl.; 25 ccm starke Magnesia-Mixtur	0.2445
e) Nach alter Hallescher Vorschrift	0.2437

Versuchs-Station Kiel.

In 50 g

I. Molybdänmethode.

	Papierfilter	Gooch-Tiegel
Bunsenbrenner	0.2394	0.2415
Teclubrenner	0.2355	0.2402
II. Citratmethode.		
Bunsenbrenner	0.2434	0.2451
Teclubrenner	0.2414	0.2445

Versuchs-Station Königsberg.

25 ccm Magnesia-Mixtur	0.2435
10 „ „	0.2436

Untersuchungs-Station Magdeburg.

	Bunsenbrenner	Glühofen
I. Molybdänmethode; in 50 g	0.2410	0.2375
II. Citratmethode; in 50 g	0.2454	0.2439

Versuchs-Station Marburg.

I. Molybdänmethode nach Vorschrift	0.2414
„ „ eigener Ausführung .	0.2427
II. Citratmethode nach Vorschrift	0.2450
„ „ eigener Ausführung . . .	0.2436

Versuchs-Station Möckern.

In 50 g

I. Molybdänmethode.

	Papierfilter	Gooch-Tiegel
a) Nach Vorschrift, 10 ccm Magn.-Mixt.	0.2390	0.2409
b) Mit 25 ccm Magn.-Mixt.	0.2428	
II. Citratmethode.		
a) Nach Vorschrift, ausgerührt	0.2444	0.2444
b) Desgl., ausgeschüttelt	0.2436	
c) Nach alter Methode, Hallesche Citratlösung . .	0.2449	

Versuchs-Station Pommritz.

In 50 g der Lösung

I. Molybdänmethode nach Vorschrift.

A. Bunsenbrenner			B. Gebläse bis zur Gewichtskonstanz		
Gewicht d. Niederschlags	Zunahme d. Tiegeldeckels	Summa	Gewicht d. Niederschlags	Zunahme d. Tiegeldeckels	Summa
0.2409	0.0009	0.2418	0.2381	0.0024	0.2405
0.2408	0.0007	0.2415	0.2377	0.0025	0.2402
0.2404	0.0015	0.2419	0,2382	0.0027	0.2409

Die Niederschläge zeigten keine Reaktion auf Orthophosphat.

II. Citratmethode.

0.2434	0.0000	0.2434	0.2407	0.0028	0.2435
0.2434	0.0000	0.2434	0.2417	0.0020	0.2437
0.2433	0.0001	0.2435	0.2396	0.0038	0.2434

Aus diesen Zahlen geht in der That hervor, dass beim heftigen Glühen auch bei den aus der Citratlösung erhaltenen Niederschlägen eine Verflüchtigung von Substanzen, welche durch einen mit Magnesia ausgefütterten Tiegeldeckel aufgefangen werden, stattfindet.

Versuchs-Station Posen.

In 50 g nach Vorschrift.

Molybdänmethode; 10 ccm Magnesiamixtur . . .	0.24106
„ 25 „ „ . . .	0.24218
Citratmethode	0.24384

Dr. Loges teilt im Anschluss an diese Zahlen mit, dass er früher die Erfahrung gemacht habe, dass aus neutralisierten Lösungen häufig falsche Resultate erhalten würden, nämlich dann, wenn der Zusatz von Ammoniak erfolge, ehe die Abscheidung des Niederschlages aus der neutralisierten Flüssigkeit vollständig erfolgt sei; dann mische sich dem Niederschlage Magnesia bei und der Niederschlag gebe die Orthophosphat-Reaktion. L. erhielt z. B. aus einer reinen Phosphatlösung von bekanntem Gehalt:

	Lösung 1	Lösung 2
Neutralisiert	0.2610	0.2517 g $Mg_2P_2O_7$
Nicht neutralisiert . . .	0.2662	0.2560 „ „
Zu viel	0.0052	0.0043 „ „

In der Diskussion ist auf diese richtige Beobachtung bereits eingegangen.

Versuchs-Station Speyer.

Molybdänmethode nach Vorschrift	0.2465
Citratmethode „ „	
Papierfilter	0.2457
Gooch-Tiegel	0.2354

Nach der in Speyer üblichen Methode: Ausrühren mittelst eines mit Gummi überzogenen Glasstabes.

Stehenlassen des Niederschlages	1/2 Stunde	0.2477
„ „ „	3 Stunden	0.2478
„ „ „	12 „	0.2487
„ „ „	48 „	0.2488

Versuchs-Station Wiesbaden.

In 50 g

I. Molybdänmethode.

Papierfilter	0.2421
Gooch-Tiegel	0.2427
25 ccm Magnesiamixtur . . .	0.2435
Genau nach FRESENIUS	0.2418

II. Citratmethode.

Papierfilter	0.2450
Gooch-Tiegel	0.2452

Dr. Brunner-Wetzlar (Müller, Pacard & Co.).

In 50 g

I. Molybdänmethode nach Vorschrift.

Bunsenbrenner	0.2420
Gebläse	0.2409

II. Citratmethode.

Bunsenbrenner	0.2453
Gebläse	0.2445

Dr. Lüddecke-Nienburg a. W. (J. G. Klamroth-Halberstadt).

In 50 g

I. Molybdänmethode.

	10 ccm Magn.-Mixt.	25 ccm Magn.-Mixt.
Bunsenbrenner . . .	0.2440	0.2442
Gebläse	0.2432	0.2435

II. Citratmethode.

Bunsenbrenner . . .	0.2439	nach 10 Min. langem Ausrühren
Gebläse	0.2434	und 3stünd. Stehen filtriert.
Bunsenbrenner . . .	0.2440	nach halbstündigem Ausschütteln
Gebläse	0.2432	sofort filtriert.

Dr. v. Gruber-Vienenburg (Merck & Co.-Hamburg).

In 50 g

I. Molybdänmethode nach Vorschrift.

Bunsenbrenner	0.2422
Gebläse	0.2409

II. Citratmethode.

Bunsenbrenner	0.2458
Gebläse	0.2449

Dr. Scheele-Emmerich a. Rh. (Anglo-Continentale Akt.-Ges.-Hamburg).

I. Molybdänmethode	nach	Vorschrift,	in 50 g	0.2411
„	„	Maercker,	„ „ „	0.2441
II. Citratmethode	„	Vorschrift,	„ „ „	0.2447
„	„	Maercker,	„ „ „	0.2449

Dr. Scheele ist der Ansicht, dass der zu niedrige Ausfall der Molybdänbestimmung nach der Methode des Dünger-Ausschusses daher komme, dass in dem $2^1/_2$ proz. Ammoniak beträchtliche Mengen von Ammonium-Magnesium-Phosphat gelöst würden. Er habe bis zum Verschwinden der Chlorreaktion 180—200 ccm Waschwasser gebraucht, und nach seinen Versuchen löse 1 Liter $2^1/_2$ proz. Ammoniak 0.012 g $Mg_2P_2O_7$; dagegen löse nach Fresenius (Bd. I S. 74, B. II S. 804) Ammoniak 1:3, also $6^1/_4$ proz. Ammoniak, nur 0.004 g auf 1 l.

Da der Grund auf einem anderen Gebiet liegt, und auch von Prof. Schultze in dem Waschwasser viel geringere Phosphorsäuremengen nachgewiesen wurden, nämlich nur 0.0009 g $Mg_2P_2O_7$, so dürfte wohl obige Angabe zu hoch gegriffen erscheinen.

Meissl macht hierauf Mitteilung über eine an der Versuchs-Station Wien ausgeführte, hierher gehörige Untersuchung; er sagt:

„Unserer Erfahrung nach muss, um richtige Resultate zu erlangen, das Fällen der P_2O_5 bei Gegenwart von Molybdän in ammoniakalischer Flüssigkeit vorgenommen werden und besteht der entschieden grösste Fehler, der jemals in die Reihe der Modifikationen der P_2O_5-Bestimmungen mit Magnesiamixtur hineingetragen wurde, in dem gänzlich verwerflichen, vollständigen Neutralisieren der Lösung des gelben Niederschlages in NH_3 und Fällen in dieser neutralisierten Lösung. Folgende Versuche beweisen dies:

Eine wässerige Lösung von chem. reinem $(NH_4)H_2PO_4$ enthielt in 50 ccm 0.2099 g P_2O_5 (durch Abdampfen und Glühen mit ZnO bestimmt), entsprechend 0.3282 g $Mg_2P_2O_7$. Diese Lösung, mit Molybdän gefällt, filtriert u. s. w., genau neutralisiert, mit eingetröpfelter Magnesiamixtur gefällt u. s. w., ergab nach 5 Minuten langem, heftigem Glühen des molybdänhaltigen $MgNH_4PO_4$ im Mittel mehrerer Bestimmungen 0.3330 g $Mg_2P_2O_7$ gegen die richtige Fundamentalzahl von

0.3282, also um nahezu 5 mg zu viel, entsprechend einem Zuviel von mehr als 0.3 % P_2O_5, wenn auf 1 g Substanz gerechnet wird. Diese geglühten Niederschläge ergaben sämtlich mit $AgNO_3$ eine starke Orthophosphorsäure-Reaktion (Gelbfärbung).

Zu bemerken ist noch, dass die Niederschläge, vorher am Bunsenbrenner vollkommen schneeweiss gebrannt, durchwegs um 8—10 mg schwerer waren, als nach dem Glühen am Gebläse. Die Deckel der Platintiegel waren immer mit strahlig-krystallinischen Sublimaten von Molybdänsäure beschlagen, obwohl die Niederschläge ordnungsmässig mit verdünntem NH_3 gewaschen waren.

Eine andere Versuchsreihe ergab folgendes: Je 50 ccm der vorigen Phosphatlösung wurden ebenfalls mit Molybdänreagens gefällt; der gelbe Niederschlag wurde in warmem Ammoniak gelöst und diese Lösung nach dem Abkühlen direkt ohne Neutralisation mit eingetröpfelter Magnesia-Mixtur gefällt. Es wurden im Mittel 0.3269 g $Mg_2P_2O_7$ gefunden, also gegenüber der richtigen Zahl von 0.3282 blos um 1.3 mg zu wenig, entsprechend 0.08 % P_2O_5 auf 1 g Substanz bezogen. Diese geglühten Niederschläge gaben keine Spur einer Orthoreaktion und hatten auch schon nach dem Glühen am Bunsenbrenner bis auf 0.5—1 mg das richtige Gewicht, da sie kein Molybdän enthielten.

So liegen die Verhältnisse in molybdänhaltigen Flüssigkeiten.

Ganz anders verhalten sich neutrale und ammoniakalische P_2O_5-Lösungen, die frei von Molybdän sind, bei der Fällung mit Magnesia-Mixtur, wie folgende Versuche zeigen:

Je 50 ccm obiger $(NH_4)H_2PO_4$-Lösung wurden im neutralen Zustande direkt mit Magnesia-Mixtur gefällt und dann erst ammoniakalisch gemacht. Man fand im Mittel 0.3270 g $Mg_2P_2O_7$ gegen die richtige Menge von 0.3282 g, also bloss um 1.2 mg zu wenig, und keine Spur einer Orthoreaktion. Da die molybdänhaltige Flüssigkeit unter gleichen Bedingungen im Mittel 0.3330 g $Mg_2P_2O_7$, also um volle 6 mg mehr, und starke Othoreaktion ergab, so darf angenommen werden, dass durch die Fällung in der neutralisierten Flüssigkeit Magnesia-Molybdat in das $MgNH_4PO_4$ eingeht; bei 5 Minuten langem Glühen entweicht die Molybdänsäure vollständig und die Magnesia bleibt zurück, das Pyrophosphat zum Teil in Orthophosphat verwandelnd.

Es ist nicht möglich, dass das von der neutralisierten molybdänhaltigen Flüssigkeit herrührende $MgNH_4PO_4$ etwa freies Mg $(OH)_2$ enthält, da dieses sonst auch in der molybdänfreien neutralisierten Flüssigkeit der Fall sein müsste, was, wie das Fehlen der Orthoreaktion beweist, nicht zutrifft.

Was das Verhalten einer stark ammoniakalischen, von Molybdän freien P_2O_5-Lösung anbelangt, so wurde in diesem Falle im Mittel erhalten 0.3320 g $Mg_2P_2O_7$, gegenüber der Fundamentalzahl von 0.3282 g, und schwache Orthoreaktion beobachtet. Derlei Niederschläge enthalten, wie Dr. v. Lorenz unzweifelhaft auf anderem Wege nachgewiesen hat, effektiv ca. 3 mg MgO (Zeitschr. f. anal. Chemie, derzeit im Drucke). Vergleicht man diese letzte Mittelzahl (0.3320) mit der Mittelzahl für die ammoniakalische und molybdänhaltige Lösung (0.3269), so wird man wohl oder übel zu dem Schlusse gezwungen, dass Ammoniummolybdat in einer stark ammoniakalischen P_2O_5-haltigen Flüssigkeit dieselbe Wirkung äussert, wie wenn dieser Flüssigkeit 10 ccm Maercker'scher Ammoniumcitratlösung zugesetzt worden wären, nämlich die Wirkung, dass keine Spur von MgO mit in den $MgNH_4PO_4$-Niederschlag eingeht. Nebenbei sei bemerkt, dass bei Anwesenheit von 50 ccm Citratlösung erhaltene Niederschläge abermals häufig die Orthoreaktion zeigen, was wohl nicht davon herrührt, dass $Mg(OH)_2$ als solches gefällt wird, sondern vielmehr davon, dass in diesem Falle das $MgNH_4PO_4$ so riesige, massive sechsseitige Prismen bildet, dass dieselben massenhaft Magnesia-Mixtur einschliessen.

Die hier mitgeteilten Versuche haben also gezeigt, dass man, um richtige Resultate zu erlangen, 1. in molybdänhaltigen P_2O_5-Lösungen in ammoniakalischer Flüssigkeit und 2. in molybdänfreien P_2O_5-Lösungen entweder in der neutralisierten Flüssigkeit oder aber in der ammoniakalischen Flüssigkeit, der man vorher 10 ccm Maercker'scher Citratlösung zugesetzt hat, fällen muss.

Genauere und eingehender begründete Mitteilungen über die von mir hier nur kurz erwähnten Thatsachen werden demnächst von dem Adjunkten der Wiener Versuchs-Station Dr. von Lorenz in der Zeitschrift für analytische Chemie besonders veröffentlicht werden (Bd. 32, S. 64). Erwähnen will ich nur noch, dass bei der sogenannten Citratmethode ganz andere Verhältnisse obwalten, auf die ich aber nicht eingehen

will, da diese Methode nicht auf der Tagesordnung steht und wir selbst hierin teilweise noch nicht ganz klar sehen.

Was schliesslich noch das grössere Volumen des in ammoniakalischer Lösung gefällten $MgNH_4PO_4$-Niederschlages betrifft, so ist dieses nur scheinbar um so viel grösser als jenes aus neutralen Lösungen, da die Gewichte der beiden Niederschläge ja gleich sind und die Dichte des einen unmöglich ein vielfaches jener des anderen sein kann."

Emmerling spricht hiernach die Ansicht aus, dass sowohl die Molybdän-, als die Citratmethode eine Kompensationsmethode sei. Im letzteren Falle seien es erwiesenermassen nichtflüchtige Basen (Eisen-, Mangan- und Calciumoxyd), welche die Kompensation bewirken, in ersterem Falle die flüchtige Molybdänsäure. Der Einfluss der Kompensation werde daher durch Glühen bei der Molybdänmethode zum Teil wieder aufgehoben, und man erhalte daher oft zu wenig, welche Gefahr bei dem Citratverfahren eine geringere sei. Die Verflüchtigung sei um so vollständiger, je höher die Temperatur. Da die Temperatur um so höher steigt, je geringer die Masse des glühenden Körpers, so ergiebt die Verbrennung eines einzelnen Papierfilters im Platintiegel höhere Temperatur, als das Glühen des Gooch'schen Tiegels mit seinem Inhalt von Asbest etc. Der Redner konnte dementsprechend die zu Kiel als Mittel aus je sechs Versuchen erzielten Resultate in folgende Reihe ordnen:

Richtiger Wert: 0.2429 g

	Bunsenbrenner	Teclubrenner
Kompensation durch Verflüchtigung (Molybdänmethode) und hohe Temperatur (Papierfilter) .	0.2394 g	0.2355 g
Desgleichen, aber weniger hohe Temperatur (Gooch-Tiegel	0.2415 „	0.2402 „
Kompensation durch schwer flüchtige Stoffe (Citratmethode) und hohe Temperatur (Papierfilter) . .	0.2434 „	0.2414 „
Desgleichen, aber weniger hohe Temperatur (Gooch-Tiegel	0.2451 „	0.2445 „

P. Wagner hält den tropfenweisen Zusatz der Magnesiamischung für durchaus erforderlich, sobald schon der erste Tropfen einen Niederschlag hervorruft. Er ist gegen die Anwendung von viel Chlorammonium, weil dann der Niederschlag starkes Glühen nicht vertrage, und empfiehlt daher die Lösung des gelben Niederschlages in möglichst wenig Ammoniak, wenn neutralisiert werden soll.

H. Fresenius wünscht, es möchten für die Phosphorsäurebestimmung die konventionellen Methoden aufgegeben und nur völlig zuverlässige in Anwendung gebracht werden. Eine solche sei die in Fres. quantit. Analyse, 6. Aufl., Bd. 2 auf S. 691 u. folg. beschriebene; der Molybdänniederschlag sei im Becherglase auszuwaschen und die neutralisierte Lösung desselben vor dem Zusatze der Magnesiamischung mit 10proz. Ammoniak zu versetzen und abzukühlen. Reduzierende Gase seien vom Niederschlage fern zu halten.

An der Debatte nahmen noch teil: Grete, Loges, Pfeiffer, Sclultze-Braunschweig, Ulbricht und Vogel.

Schliesslich stellt der Berichterstatter folgenden Antrag:

Generalversammlung wolle beschliessen: Der Düngerausschuss wird beauftragt, zum Zwecke der Erledigung der Phosphorsäure-Untersuchung eine neue Phosphorsäure-Lösung von bekanntem Gehalt nach den bei Herstellung der im Mai d. J. versandten Lösung eingehaltenen Grundsätzen zu bereiten und an alle Verbandsmitglieder, sowie die analyt. Kommission der Düngerfabrikanten zu versenden. In dieser Lösung soll die Phosphorsäure nach der neuen Fresenius'schen Molybdänmethode (Neutralisieren und Zusatz von 7 ccm 10proz. Ammoniak) bestimmt werden. Zur Kontrole wird empfohlen:

a) das Ausfällen mit einer Magnesia-Mixtur, welche besonders reich an Ammoniak und Chlorammonium ist (Hallenser Vorschrift);
b) das Ausfällen aus einer nicht neutralisierten Lösung, zu deren Herstelllung der gelbe Niederschlag in nur so viel Ammoniak, als unbedingt nötig ist, zu lösen wäre (Wagner).

Dieser Antrag wird einstimmig angenommen.

Da inzwischen Herr Geh. Oberregierungsrat Dr. Thiel in der Versammlung erschienen ist, gelangt zunächst

Punkt 11 der Tagesordnung,

die Beteiligung des Verbandes an der Chicago'er Weltausstellung, zur Verhandlung.

Von den anwesenden Vertretern der amerikanischen Versuchs-Stationen wird in liebenswürdigster und dringendster

Weise die Einladung zur regen Beteiligung an der Ausstellung in Chicago wiederholt. Nachdem der Vorsitzende darauf hingewiesen, dass die Königl. Sächs. Regierung einen Zuschuss von 2000 Mark und auch das Syndikat der Kaliwerke Leopoldshall und Stassfurt einen Zuschuss zu leisten bereit sei, empfiehlt der Direktor oben genannter Kaliwerke, Herr GÖRZ, sich hinsichtlich der Aufbringung der Kosten an das Reichsamt des Innern zu wenden.

Geh. Oberregierungsrat Dr. THIEL glaubt, dass das Kgl. Preuss. Landw. Ministerium der Angelegenheit in gleichem Sinn wohlwollend gegenüber stehen würde, vorausgesetzt, dass der Verband der Ansicht sei, die Beteiligung liege im Interesse der deutschen Versuchs-Stationen und der deutschen Wissenschaft im Allgemeinen.

Die Regierungen von Württemberg und Baden haben, wie weiter mitgeteilt wird, die Leistung eines Beitrages abgelehnt, die diesbezüglichen Entschliessungen Bayerns und Hessens stehen noch aus. Nachdem der Vorsitzende und SOXHLET noch besonders betont haben, dass die etwaige Beteiligung an der Ausstellung eine würdige sein müsse und sich nicht lediglich auf eine Vorführung von Apparaten und dergl. zu beschränken habe, wird die Angelegenheit zur weiteren Erwägung und eventuellen Vorbereitung einem Ausschuss überwiesen, bestehend aus: MAERCKER, SOXHLET, FRESENIUS (für Apparate), WAGNER und TACKE (Vegetationsversuche), BÖTTCHER (Tierphysiologie).

In der zweiten Sitzung, am 12. Dezember, teilte SOXHLET der Versammlung im Namen des Ausschusses Nachfolgendes mit:

1. Es ist zweifelhaft, ob und wo ein Platz für unsere Ausstellung zur Verfügung gestellt werden kann.
2. Nach der übereinstimmenden Ansicht der Ausschussmitglieder ist für eine würdige und sachgemässe Darstellung des Wirkens der deutschen Versuchs-Stationen mindestens ein Betrag von 50 000 Mark erforderlich. Es ist aber nicht die geringste Aussicht vorhanden, dass Geldmittel von auch nur annähernd dieser Höhe zur Verfügung gestellt werden. In dieser Summe sind die Geldmittel einbegriffen, welche die einzelnen Versuchs-Stationen verlangen müssen, um ohne Beeinträchtigung ihrer eigentlichen Aufgabe die erforderlichen Ausstellungsobjekte herstellen oder beschaffen zu können.

3. Der Endtermin für die Ablieferung — Ende Januar — ist viel zu kurz, um noch geeignete Objekte beschaffen zu können. Deshalb empfiehlt der Ausschuss, von einer Beschickung der Chicagoer Ausstellung durch den Verband Abstand zu nehmen, da er zu der Überzeugung gelangt ist, dass die Beschickung aus den angeführten Gründen unmöglich ist.

Unter wiederholter Betonung des Bedauerns, an der Beschickung der Ausstellung behindert zu sein, tritt die Versammlung diesen Ausführungen bei.

Es folgt Besprechung von

Punkt 7 der Tagesordnung:

Über die direkte Bestimmung des Stickstoffs im Chilisalpeter. Maercker berichtet hierzu wie folgt.

Von der Generalversammlung des Verbandes zu Halle (1891) war der Beschluss gefasst worden: Der Düngerausschuss wird beauftragt, die Erfahrungen über direkte Methoden der Stickstoffbestimmung im Chilisalpeter zu sammeln und den Mitgliedern zuzustellen. In Verfolg dieses Beschlusses veranlasste der Berichterstatter als Vorsitzender des Düngerausschusses die Mitglieder des letzteren, die hierbei in Betracht kommenden Methoden einer Prüfung zu unterwerfen und die Ergebnisse der Generalversammlung des Verbandes vorzulegen.

Dieses ist geschehen und der betreffende Bericht in den „Landw. Versuchs-Stationen“ Bd. XLI S. 365 abgedruckt worden. Die Düngerkommission beschloss auf Grund der von den Mitgliedern gemachten Erfahrungen in ihrer am 30. Okt. zu Hildesheim stattgefundenen Sitzung, der Hauptversammlung — wenngleich die Jodlbauer'sche, sowie die Aluminium-Methode und die Ulsch'sche Modifikation der Zink-Eisen-Methode von je einer Seite empfohlen wurde — die in Möckern ausgebildete Zink-Eisen-Methode, welche bei der angestellten Prüfung überall absolut richtige Resultate ergeben hatte, als die einzuführende Methode zur Ermittelung des Stickstoffs im Chilisalpeter zu empfehlen.

Da Gewicht darauf gelegt wurde, auch bezüglich der Konstruktion des für die Ausführung dieser Bestimmung zu gebrauchenden Apparates möglichst gleichmässig zu verfahren, wurde der Berichterstatter beauftragt, eine genaue Beschreibung des von G. Kühn für diese Bestimmung gebrauchten Apparates (nebst

Zeichnung) zu verfassen und in den „Landw. Versuchs-Stationen“ zur Kenntnisnahme für die Verbandsmitglieder zu veröffentlichen. Dieses ist geschehen, und es kann auf diese Publikation sowohl bezüglich der Ausführung der Bestimmung, wie des dazu erforderlichen Apparates verwiesen werden. Namens des Düngerausschusses hat demnach der Berichterstatter zu beantragen: Der Hauptversammlung des Verbandes wird die direkte Stickstoffbestimmung im Chilisalpeter nach der von G. Kühn ausgearbeiteten Modifikation empfohlen; die Ausführung der indirekten (Differenz-)Methode ist unzulässig.

Nachdem noch Böttcher über seine kürzlich in den „Landw. Versuchs-Stationen“ publizierten günstigen Erfahrungen mit der Zink-Eisen-Methode berichtet hat, empfiehlt Meissl eine andere ähnliche Methode der Beachtung der Fachgenossen und bezieht sich hierbei auf nachstehende Mitteilung des Adjunkten der Wiener Versuchs-Station, A. Devarda, welche in der Versammlung als Manuskript gedruckt zur Verteilung gelangt. Die Mitteilung A. Devarda's lautet:

Die Bestimmung des Salpeterstickstoffes nach Überführung desselben in Ammoniak durch Reduktion in alkalischer Lösung mit Wasserstoff im stat. nasc. wurde wiederholt versucht und empfohlen, ohne aber bis in die jüngste Zeit allgemeineren Eingang in die Praxis gefunden zu haben.

Gewöhnlich wurde bisher zur Reduktion der Salpetersäure in alkalischer Lösung die Verwendung von Zinkstaub und Eisen mit oder ohne Zusatz von Alkohol vorgeschlagen. Diese ursprünglich von Harcourt & Sievert herrührende Methode, welche sich auch in einigen Handbüchern beschrieben findet (z. B. in Dr. J. König, Untersuchung landw. Stoffe etc., S. 159), giebt recht gute Resultate, wenn die Reduktion langsam und in der Kälte vor sich geht. Dieselbe Methode wurde vor Kurzem wieder von Dr. O. Böttcher[1]) mit einigen kleinen Modifikationen beschrieben und vorgeschlagen. Die Modifikationen Böttcher's bestehen darin, dass er je 5 g Zn und Fe anstatt je 8 g verwendet und die Destillation ohne vorherigen Zusatz von Alkohol vornimmt, welch letzterer Umstand aber die Destillation insofern gefährlicher gestaltet, als leichter ein Überschäumen und Mitreissen von Flüssigkeitströpfchen stattfindet.

---

[1]) Landw. Versuchs-Stationen, Bd. XLI, S. 165.

Alle diese auf der Reduktion mit Zn und Fe beruhenden Methoden haben aber den Nachteil, dass sie sehr zeitraubend sind und sorgfältiger Überwachung bedürfen. Die Reduktion währt ungefähr 2 Stunden und das Destillieren 1 Stunde; bei letzterer Operation muss nämlich entweder die grosse Alkoholmenge vorerst vorsichtig übergetrieben werden oder es muss, wie bei der Modifikation Böttcher's, sehr langsam destilliert werden, weil sich in der Flüssigkeit noch grössere Mengen von ungelöstem Zinkstaub befinden, welche zur H-Entwicklung und zum Mitreissen von Flüssigkeit Anlass geben.

Eine andere auf dem Reduktionsprinzip beruhende Methode ist die von A. Stutzer.[1]) Bei dieser Methode wird die Überführung der Salpetersäure in Ammoniak mittelst Aluminiumblech in alkalischer Lösung bewerkstelligt.

Die Nachteile dieses Verfahrens bestehen darin, dass die Reduktion cirka 12 Stunden beansprucht und dass das Aluminiumblech, wenn es nicht vollständig rein ist, von der verdünnten Lauge nur sehr schwer angegriffen wird.

Eine Reihe von Versuchen, die ich in der Absicht anstellte das Verhalten verschiedener Metalle gegen Salpetersäure in alkalischer Lösung zu prüfen, haben mich zu der Überzeugung geführt, dass die glatte Reduktion der Salpetersäure nicht allein durch die Einwirkung von H im stat. nasc. bedingt ist, sondern auch von der Löslichkeit der Metalle in der alkalischen Flüssigkeit, von der Temperatur, bei welcher die Reduktion stattfindet, und von elektrochemischen Prozessen. Im Verlaufe dieser Untersuchungen gelang es mir endlich, eine Methode zur direkten Bestimmung des Salpeterstickstoffes zu ermitteln, die an Schnelligkeit und Einfachheit der Ausführung, sowie an absoluter Genauigkeit der Resultate nichts zu wünschen übrig lässt.

Dieses Verfahren beruht im Prinzipe darauf, dass die Salpetersäure (salpetersaure Salze) in verdünnter Kalilauge mit Hilfe von Aluminium- und Zinkpulver in Ammoniak übergeführt wird. Diese Metalle werden als Legierung, die aus Aluminium, Zink und Kupfer besteht, verwendet, was wesentlich ist, da damit nicht nur die Möglichkeit der notwendigen feinen Pulverung der reduzierenden Metalle gegeben ist, sondern auch die reduzierende Wirkung verstärkt wird, da die Metalllegierungen besser wirken, als mechanische Gemenge der Metalle.

---

[1]) Chem. Centr.-Bl. 1891, S. 162.

Die zu verwendende Legierung besteht aus 45 Teilen Aluminium, 50 Teilen Kupfer und 5 Teilen Zink und zeichnet sich durch so grosse Sprödigkeit aus, dass dieselbe leicht (wie Glas), fein und gleichmässig gepulvert werden kann. Ein weiterer Vorteil dieser Legierung besteht darin, dass das nach bewirkter Reduktion noch zurückbleibende Kupfer in Staubform ein ruhiges Sieden ohne Stossen bei der Destillation bedingt. Die Legierung wird angefertigt von der Firma T. Srpek, Kunst- und Metallgiesserei, Wien, VI., Stumpergasse 62.

Die Ausführung meiner Methode ist die folgende: 10 g Salpeter werden zu 1 l gelöst und 50 ccm Lösung (= 0.5 g Salpeter) in einen 6—800 ccm fassenden Erlenmeyer-Kolben gebracht, mit zirka 60 ccm Wasser, 5 ccm Alkohol und 50 ccm Kalilauge von der Dichte 1.3 versetzt. Hierauf fügt man 2—$2^1/_2$ g der obigen Legierung in Pulverform hinzu und verbindet den Kolben sofort mit dem weiter unten beschriebenen Destillierapparat, der bei der Abtreibung des gebildeten Ammoniaks zur Verwendung kommt.

Man leitet nun die sonst nur langsam eintretende Reaktion durch gelindes Erwärmen ein und überlässt dann das Ganze sich selbst. Nach einer halben Stunde ist die Reaktion im wesentlichen beendet, was sich daran zu erkennen giebt, dass nun die H-Entwicklung aufhört oder sehr schwach wird. Man erwärmt nun neuerdings und beginnt mit dem Destillieren, das anfangs, so lange noch geringe Mengen von Zn vorhanden sind (zirka 10 Minuten), langsam, dann aber so lebhaft erfolgen muss, dass in der Vorlage eine Dampfausströmung bemerkbar wird. Die ganze Destillation dauert nicht länger als 20 Minuten, vom Beginne des Kochens an gerechnet. Das abdestillierte Ammoniak wird in Schwefelsäure aufgefangen und wie gewöhnlich mit Baryt-Lösung titriert. Die ganze Bestimmung des Salpeterstickstoffes nach dieser Methode beansprucht zirka 1 Stunde Zeit und wenig Beaufsichtigung; die Resultate sind absolut genau, wie folgende Belege zeigen:

Kalisalpeter, chemisch rein,	berechnet . . .	13.86
	gefunden . . .	13.88
Natronsalpeter, chemisch rein,	berechnet . . .	16.47
	gefunden . . .	16.46
Blinder Versuch, ohne Salpeter,	gefunden . . .	0.00

Bezüglich der Destillation wäre noch zu bemerken: Als Destillierapparat wird bloss ein einfaches Glasrohr verwendet, welches aus zwei durch ein kurzes Kautschuk-Verbindungsstück verbundenen Teilen besteht. Der mit dem Destillierkolben direkt verbundenene Teil besteht aus einem ca. 30—35 cm langen, 1 cm weiten Glasrohr, das beiläufig in der Mitte eine mit wenigen Glasperlen beschickte, ca. 30 ccm fassende Erweiterung trägt[1]) und oberhalb derselben im Winkel abgebogen ist. Der in die Vorlage hineinreichende zweite Teil von gleicher Stärke ist ebenfalls abgebogen und trägt am absteigenden Schenkel an passender Stelle eine pipettenförmige, 50 ccm fassende Erweiterung, um das Zurücksteigen der Säure zu verhindern. Ein Übergehen von Lauge wurde bei diesem einfachen Destillierapparate niemals beobachtet.

Bei der Destillation lässt man den absteigenden Schenkel des Glasrohres in die titrierte Schwefelsäure (25 ccm) eintauchen.

Nach beendetem Überdestillieren des Ammoniaks senkt man die Vorlage so weit, dass das Glasrohr nicht mehr eintaucht, und setzt die Destillation noch einige Minuten fort, damit durch die Wasserdämpfe ein Nachspülen stattfindet.

Betreffs der Konzentration der bei der Reduktion verwendeten Kalilauge muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass bei wesentlich stärkerer oder schwächerer Konzentration der Verlauf der Reaktion weniger glatt vor sich geht. Bei zu grosser Konzentration der Kalilauge geht die Wasserstoff-Entwicklung anfänglich zu energisch vor sich, bei zu geringer Konzentration muss zu stark erwärmt werden, was zu vermeiden ist. In beiden Fällen bilden sich über der Flüssigkeit Wolken infolge der aufsteigenden, sehr kleinen Gasblasen, welche ein Mitreissen von Flüssigkeit bedingen, das dann selbst bei Anwendung komplizierter Destillationsapparate nicht leicht unschädlich gemacht werden kann.

Die beschriebene Methode zur Salpeterstickstoff-Bestimmung lässt sich selbstverständlich auch bei Gegenwart von Ammoniak verwenden, wobei eventuell das Ammoniak vor der Reduktion abdestilliert werden kann. Bei Gegenwart von stickstoff-

---

[1]) Diese Birne muss zwar am unteren Ende so eng sein, dass die Glasperlen nicht herabfallen, aber doch immerhin noch so weit, dass die condensierten Wasserdämpfe abfliessen können.

haltigen organischen Substanzen lässt sich die Methode nicht verwenden. Hierfür, sowie für die Bestimmung des Gesamt-Stickstoffes überhaupt, habe ich andere einfache Verfahren ausgearbeitet, die demnächst zur Veröffentlichung gelangen werden.

Der Forderung des Vertreters der Importeure, Herrn A. Heimann, die sogenannte indirekte Methode bis zum 1. Juni 1893 in Anwendung zu bringen, konnte nach längerer Debatte, an welcher sich Brunner, Dietzell, Fresenius, Gruber, Güssefeld, Heimann, Lüddecke, Maercker, Ad. Mayer, Meissl, Müller, Pfeiffer, Schultze-Braunschweig, Waas und Wagner beteiligten, nicht ganz entsprochen werden, vielmehr wurde der obige Antrag Maercker's in folgender Fassung einstimmig angenommen:

Die direkte G. Kühn'sche Methode der Bestimmung des Stickstoffs im Chilisalpeter, wie dieselbe vom Düngerausschuss geprüft und bewährt befunden ist, wird vom 1. Juni 1893 ab verbindlich für die Verbandsmitglieder eingeführt.

Nachdem

Punkt 5

einstweilen von der Tagesordnung abgesetzt, berichtet Maercker über

Punkt 6a:

die Untersuchung der Thomasphosphate nach dem Schwefelsäure- und Salzsäure-Aufschliessungsverfahren.

Von der Hauptversammlung des Verbandes zu Halle (1891) war der Beschluss gefasst worden: Das Aufschliessungsverfahren der Thomasphosphate mit Schwefelsäure nach der bekannten Vorschrift ist beizubehalten, aber es wird der Düngerausschuss beauftragt, das Salzsäureverfahren mit zweistündiger Digestion in siedendem Wasser einer neuen Vergleichung zu unterziehen. In Verfolg dieses Beschlusses haben die Mitglieder des Düngerausschusses beide Methoden einer erneuten Prüfung mit dem Ergebnis unterzogen, dass die Mehrheit der Kommission die Überzeugung von der Gleichwertigkeit des Salzsäure-Verfahrens mit dem Schwefelsäure-Verfahren nicht gewinnen konnte. Die Zahlen

dieser Untersuchung sind in einer besonderer Mitteilung in den landw. Versuchs-Stationen abgedruckt und es kann auf dieselben verwiesen werden.

Da inzwischen Dr. K. MÜLLER-Hildesheim, welcher bislang besonders für das Salzsäure-Verfahren eingetreten war, erklärte, dass er seinen Antrag bezüglich der früher von ihm gewünschten Gleichstellung des Salzsäure-Verfahrens mit dem Schwefelsäure-Verfahren nicht mehr aufrecht erhalte, da er durch eine kleine Modifikation des Schwefelsäure-Verfahrens (Zusatz einer kleinen Menge von Sand, durch welche eine gewisse Bewegung beim Aufschliessen hergestellt und das Ankleben des Phosphats an die Gefässwandungen vermieden werde) dieses verbessert habe, so beschloss der Düngerausschuss, der Generalversammlung zu empfehlen, das Schwefelsäure-Verfahren beim Aufschliessen der Thomasphosphate als einzige Verbandsmethode beizubehalten, die Aufschliessung mit Salzsäure aber für unzulässig zu erklären. Der Berichterstatter giebt der Generalversammlung anheim, in diesem Sinne beschliessen zu wollen.

Auf diese Ausführungen MAERCKERS hin und nachdem MÜLLER noch erklärt hatte, dass in letzter Zeit bei mehr als tausend Mustern Kontrolbestimmungen nach dem Salz- und Schwefelsäure-Verfahren ausgeführt worden seien und daraus nach wie vor die Übereinstimmung beider Aufschliessungsmethoden nachgewiesen werden könnte, wird beschlossen, das Aufschliessungsverfahren mit Schwefelsäure beizubehalten.

An der Debatte beteiligen sich noch: DIETRICH, EMMERLING, FRESENIUS, GÜNTZ, KLIEN, LOGES, MÜLLER, NOBBE, SCHULZE-Breslau, SOXHLET, TACKE und VOGEL.

Im Anschluss hieran wird auf Antrag von H. SCHULTZE-Braunschweig die Anwendung der Citratmethode bei der Untersuchung von Superphosphaten in zweiter Lesung für zulässig erklärt.

Bei dieser Gelegenheit weist eben Genannter auf die Unzuträglichkeiten hin, welche das Zerreiben und Absieben der Düngerproben im Gefolge haben kann, und stellt deshalb folgende Anträge:

1. Vorbereitung der Proben. — Dieselben sind nur ausnahmsweise abzusieben, und zwar nur in den Fällen, in

welchem die Natur des Materials eine gründliche Mischung durch einfaches Zusammenreiben nicht zulässt.

2. Aufbewahrung der Proben. — Statt des Passus des Bremer Protokolls: Die Untersuchung der einfachen Düngemittel. A 3: „Die eine Hälfte wird zur Analyse vorbereitet, — — — aufbewahrt, — — —“ soll es heissen:

„Die Restprobe wird in dichtschliessenden Gläsern in einem kühlen Raume ein Vierteljahr aufbewahrt, — — —“

Auch dieser Antrag wird einstimmig angenommen.

Hierauf referierte H. Schultze-Braunschweig zu

6 b der Tagesordnung

über die Einrichtung der Düngerkontrole und deren allgemeine Grundsätze und bespricht hierbei namentlich die Ergebnisse der mit Vertretern der Landwirtschaft und des Handels von Seiten der Düngerkommission gepflogenen diesbezüglichen Verhandlungen.[1])

Die nachstehend abgedruckten „Grundzüge für Vertragsentwürfe u. s. w.“ werden verlesen und gelangen nach kurzer Debatte die §§ A, 1, 2 und 3, sowie B, 2 und 3 zur einstimmigen Annahme, während die Vorlage im übrigen aus formellen Gründen an den Düngerausschuss zurückverwiesen wird.

Grundzüge

für Vertragsentwürfe zwischen landwirtschaftlichen Versuchs-(Kontrol)-Stationen und Düngerfabrikanten (Firmen).

A. Zwischen N. N. einerseits und der Firma X. andererseits ist nachstehender Vertrag abgeschlossen:

N. N. verpflichtet sich:

1. Jährlich mindestens einmal in einer speziell zu bestimmenden Zeitschrift zu veröffentlichen, dass die Firma X. ein Kontrolverhältnis abgeschlossen hat.
2. Die Untersuchung der von der Firma in den Handel gebrachten Düngstoffe auf die garantierten Bestandteile für alle direkten oder indirekten Abnehmer, d. h. Händler oder Konsumenten, wenn die Probenahme gemäss den mit dem Sonderausschuss der deutschen Landwirthschaftsgesellschaft am 23. Oktober 1890 vereinbarten Bedingungen stattgefunden hat und das diesen entsprechende Probe-Attest dem eingesandten Muster beigefügt worden ist, kostenfrei auszuführen:
   a) wenn ein Bezug von wenigstens 5000 kg stattgefunden hat,
   b) auch für jede kleinere Menge, wenn Pauschalsummen vereinbart sind.

---

[1]) Ein ausführlicher Bericht über diesen Punkt der Tagesordnung, welchen der Referent dem Protokoll-Ausschuss zugesagt hatte, ist ausgeblieben.

3. Die Untersuchung von Düngerproben spätestens innerhalb der auf die Einsendung folgenden 12 Tage in Angriff zu nehmen und, falls dies durch besondere Verhältnisse verhindert wird, Einsender und kontrolierte Firma hiervon zu benachrichtigen.

   Der Untersuchungsbericht wird gleichzeitig dem Einsender und dem Lieferanten mitgeteilt.

4. Bei den Untersuchungen sich nach den jeweilig von dem Verbande der Versuchs-Stationen, eventuell unter Hinzuziehung anderweitiger Vertreter der interessierten Kreise, jedenfalls aber unter Mitwirkung der vom Verein deutscher Düngerfahrikanten gewählten Kommission, sofern solche besteht, festgestellten Analysenmethoden zu richten und eine Notiz darüber, dass dies geschehen, dem Analysenattest beizufügen.

B. Die Firma verpflichtet sich:

1. Bei allen Düngemitteln, welche sie direkt oder durch Zwischenhändler in den Verkehr bringt, die Bezeichnung derselben gemäss den mit dem Sonderausschuss der deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft am 23. Oktober 1890 getroffenen Vereinbarungen auszuführen, eine besondere Garantie für den Gehalt an wertbestimmenden Bestandteilen, sowie für die Form (auch die Art des organischen Stickstoffs), die der Waren- und Herkunftsbezeichnung entsprechende Beschaffenheit und Freiheit von schädlichen Bestandteilen zu übernehmen.

2. Einen der Garantie gegenüber nachgewiesenen Mindergehalt ihrer Fabrikate an wertbestimmenden Bestandteilen nach berechnetem Werte dem Käufer zu vergüten. — Dies letztere findet nur Anwendung bei Verkäufen „nach Gewicht“ und fällt selbstredend bei Verkäufen nach „ausgelieferten Prozenten Nährstoff“ fort (die Feststellung der Kompensations-Latitüdenzahlen bleibt weiterer Beratung vorbehalten).

3. Die Kosten für die Untersuchungen in folgender Weise zu bezahlen:

   Die Firma zahlt, wenn nicht ein Pauschalhonorar abgemacht ist, an die Versuchs-Station die tarifmässigen Analysenkosten, abzüglich eines Rabattes, mindestens aber .... Mark jährlich.

   Der Kostentarif beträgt für Bestimmungen von

wasserlöslicher Phosphorsäure	Mk.....
Gesamt- oder ungelöster Phosphorsäure	„ ....
„ „ „ „ und Feinmehlbestimmung } in Thomasschlacke	„ ....
Wasserbestimmung.	„ ....
Stickstoff in ammoniakalischer oder organischer Form	„ ....
Stickstoff in Form von Salpetersäure	„ ....
Kali	„ ....

mit einem Rabatt von

... % bei bis Mk.	Analysenkosten	p. a.
... „ „ „ „	„	„ „
... „ „ „ „	„	„ „
... „ „ „ „ .... und darüber . .	„	„ „

Vorstehender Vertrag tritt am .... 18... in Kraft und ist auf unbestimmte Zeit geschlossen mit einer ... monatlichen, jedem Kontrahenten jederzeit freistehenden Kündigung. Er ist in zwei gleichlautenden Exemplaren ausgefertigt, von beiden kontrahierenden Teilen unterzeichnet, und ist jedem derselben ein Exemplar behändigt.

SCHULZE-Breslau fragt an, wie man sich in Streitfällen gegenüber dem Artikel 335 des Handels-Gesetzbuches, welcher lautet: „Ist im Vertrage über die Beschaffenheit und Güte der Ware nicht Näheres bestimmt, so hat der Verpflichtete Handelsgut mittlerer Art und Güte zu bewähren," zu verhalten habe.

Von mehreren Seiten spricht man sich hierzu etwa dahin aus, es sei den vorhin angedeuteten „allgemeinen Grundsätzen" gemäss auf eine stete Gewährleistung für bestimmten Gehalt und sonstige Beschaffenheit der Ware hinzuwirken, in den Fällen aber, wo dies unterblieben, dem vorstehenden Artikel des Handels-Gesetzbuches gemäss zu begutachten.

v. LANGSDORFF bemerkt, dass seitens des Landeskulturrates im Königreich Sachsen bereits Verträge auf Grund oben angegebener „allgemeiner Grundsätze" abgeschlossen wurden. Unterschiede bestünden bei diesen Verträgen mit den verschiedenen Interessenten besonders hinsichtlich der Analysenkosten.

Nachdem noch FRESENIUS, LOGES, MAERCKER, H. SCHULTZE-Braunschweig und SCHULZE-Breslau zur Sache gesprochen, wird zur Abstimmung geschritten und werden die in Berlin am 20. Februar 1892 aufgestellten allgemeinen Grundsätze einstimmig angenommen.

Die soeben erwähnten Verträge für aussersächsiche (A) und sächsische (E) Grosshändler und Fabrikanten, für kleine (B) und grössere (D) sächsische Zwischenhändler, sowie für grössere sächsische Fabriken und Mühlen (C) mit Ölmühlen sind bis auf § 11 und eine unbedeutende Abweichung des Kopfes von Absatz 5 im Vertrag E gleichlautend:

Vertrag.

Zwischen dem Landeskulturrat für das Königr. Sachsen einerseits und der Firma ....
in ....
andererseits ist folgender Vertrag abgeschlossen worden.

§ 1. Die Firma .... stellt sich mit ihrem Gesamtabsatz an Kraftfuttermitteln nach dem Königreich Sachsen unter Kontrole des Landeskulturrats für das Königreich Sachsen.

§ 2. Garantie. Die mitunterzeichnete Firma verpflichtet sich, nur unverfälschte Ware zu verkaufen und ihre Futtermittel ihrer wirklichen Beschaffenheit und Herkunft nach entsprechend zu benennen. Es ist daher bei jedem Verkauf von Futtermitteln seitens der vertragschliessenden Firma unaufgefordert Garantie zu leisten

a) für die der Natur der Futtermittel entsprechende Bezeichnung, für Unverdorbenheit und Unverfälschtheit (Reinheit von fremden, minderwertigen, indifferenten oder gesundheitsschädlichen, der Natur und Bezeichnung des Futtermittels nicht entsprechenden Bestandteilen);
b) für den Mindestgehalt an den wertbestimmenden Nährstoffen (siehe Abs. 3).

Die Garantie ist schriftlich zu leisten durch Verzeichnung des Garantieinhaltes in dem Anerbieten, dem Schlussschein oder der Rechnung oder bei kleineren Bezügen (unter 200 Ztr.) durch besondere schriftliche Mitteilungen an den Bezieher. Dabei müssen angegeben werden: Name und Art des Futtermittels, garantierte Gehaltszahlen, Herkunft (letztere, wenn die Herkunft bezeichnend ist für bestimmte Qualitäten), ferner ob und in welcher Höhe eine etwaige Entschädigung nach dem Grundsatze des Ausgleichs oder des Spielraums berechnet werden soll.

Um im Kleinverkehr bei in Säcken verkauften Futtermitteln die geleistete Garantie äusserlich an einer für allemal bestimmten Stelle durch Plomben, Zettel oder Aufschrift kenntlich zu machen, haben die den Säcken aufzuklebenden Zettel (oder Aufschriften) zu enthalten: Namen der Firma und deren Marke, Gewicht des Sackes, Benennung des Futterstoffes, Gehaltsgarantie (in die Nährstoffe vollständig bezeichnenden, nicht in Buchstaben abgekürzten Benennungen, also Proteïn, Fett etc.), Angabe des eventuellen Spielraums oder Ausgleichs.

In rotem Querüberdruck: Die Angabe, dass die Firma sich unter Kontrole des Landeskulturrats gestellt hat und die Ermittelung des Gehaltes an den garantierten Nährstoffen von der Königl. landw. Versuchs-Station Möckern und der agrikulturchemischen Versuchs-Station Pommritz unentgeltlich ausgeführt wird.

Die Garantie für die wesentlichen, den Wert bestimmenden Nährstoffe bezieht sich in allen Fällen auf Proteïn und Fett, auf den Gehalt von Kohlehydraten nur, wo die Garantie für Kohlehydrate ausdrücklich vereinbart wird. Die Garantie für Proteïn und Fett ist getrennt für jeden dieser Nährstoffe anzugeben. Die Garantiezahlen bezeichnen den Mindestgehalt der in dem betr. Futtermittel garantierten Nährstoffe. Grenzzahlen zur Bezeichnung des Garantiegehaltes (z. B. 18—20 % Proteïn) sind unzulässig.

§ 3. Art der Kontrole. Die Kontrole über die Vertragsmässigkeit der Lieferung wird durch Untersuchung der gekauften Ware ausgeübt, welche im Auftrage des Landeskulturrats von der Königl. landw. Versuchs-Station zu Möckern und der agrikulturchemischen Versuchs-Station zu Pommritz ausgeführt wird.

Die Wahl unter den genannten Untersuchungsstellen ist dem Käufer überlassen, er kann die Einsendung der zu untersuchenden Muster unmittelbar an die gewählte Untersuchungsstelle oder durch Vermittelung des Landeskulturrats bewirken.

Die Untersuchung wird für Landwirte und landw. Vereine, sowie für solche landw. Genossenschaften, welche kein offenes Handelsgeschäft haben, d. h. nur an Mitglieder verkaufen, unentgeltlich ausgeführt. — Bei Kleien wird nur die mikroskopische Untersuchung unentgeltlich ausgeführt.

Die Zusendung an die Untersuchungsstelle bezw. den Landeskulturrat muss franko mit der Post erfolgen.

§ 4. Musterziehung und Einsendung zur Kontroluntersuchung. Die kostenfreie Untersuchung der eingesendeten Futtermittelmuster findet nur dann statt, wenn die Ziehung der Muster, Verpackung und Versendnng in nachstehender Weise stattgefunden hat:

Die Probenahme hat von dem Empfänger oder dessen Beauftragten an der Bahn- bezw. Wasserstation oder innerhalb dreier Tage nach dem Eintreffen am Empfangsort entweder im Beisein eines Vertreters des Lieferanten oder unter Mitwirkung einer unparteiischen, mit diesen Bedingungen vorher bekannt zu machenden Persönlichkeit nach folgendem Verfahren zu geschehen:

a) Bei Ölkuchen sind von verschiedenen Stellen mindestens 12 ganze Kuchen zn entnehmen; diese sind durch den vollkommen gereinigten Ölkuchenbrecher oder auf sonst geeignete Weise in etwa wallnussgrosse Stücke zu zerschlagen, und ist aus dieser zerkleinerten Masse nach ihrer gründlichen Mischung ein Muster von 2 kg zu entnehmen.

   Eine weitergehende Zerkleinerung der Probe ist zu vermeiden.

b) Bei Körnern, Mehlen, Kleien und dgl. sind mittelst eines geeigneten Probeziehers, welcher in der Längsrichtung der liegenden Säcke einzuführen ist, oder, falls ein solcher nicht vorhanden ist, mittels eines Löffels oder einer kleinen Schaufel (nicht mit der Hand) aus 15 % der Säcke oder mehr, mindestens aber aus 5 Säcken (bei weniger als 5 Säcken aus jedem Sack) Probe zu ziehen, und zwar aus verschiedenen Schichten (nicht lediglich aus der Mitte). — Sollten diese Einzelproben 2 kg wesentlich überschreiton, so sind dieselben auf einem reinen, horizontal ausgebreiteten Papierbogen sorgfältig zu mischen, die Mischung im Gewicht von 2 kg aus der ausgebreiteten Masse zur Probe heranzuziehen. Hierbei ist besonders darauf zu achten, dass auch die feineren Teile, welche, wie z. B. Sand, nach der Durchmischung sich weniger in den obersten Schichten der ausgebreiteten Probe, dagegen mehr in den untersten, direkt das Papier berührenden vorfinden, nicht zurückgelassen werden. In der Probe vorkommende Klumpen und Zusammenballungen sind nicht zu zerdrücken. — Nasse oder beschädigte Säcke sind von dieser Probenahme auszuschliessen, aus denselben ist vielmehr eine gesonderte Probenahme zu bewerkstelligen. Es ist auch zulässig, die vorgeschriebene Anzahl Säcke zu stürzen, auf einer reinen Unterlage den Inhalt zu mischen, die Mischung in eine etwa 1 Fuss hohe Schichte zu formen und daraus an verschiedenen, mindestens 20, Stellen (nicht vom Rande) mittels einer Schaufel in der oben beschriebenen Weise Probe zu ziehen. In wichtigen Differenzfällen ist diese Art der Probenahme besonders zu empfehlen. — Liegt die Ware in losen Haufen, so ist sie ebenfalls zunächst in eine etwa 1 Fuss hohe Schichte zu formen, und daraus, wie oben angegeben, Probe zu ziehen.

c) Es sind von den gezogenen Mustern 3 Teilproben, jede von mindestens 500 g, zu bilden. Diese sind in trockenen, reinen und nicht porösen Gefässen (möglichst Blech- oder Glassgefässen) zu verpacken, luftdicht zu verschliessen, gemeinschaftlich zu versiegeln und mit Inhaltsangabe zu versehen.

d) Die vorstehende Probenahme-Anweisung ist vom Verkäufer mit der Ware nebst dem Formular zu eiuem Zeugnis zu liefern, in welchem Verkäufer Marke, Sackzahl, Gewicht und Gehaltsgarantie, sowie die Versicherung, dass er die Kosten für die Analyse trägt, anzugeben hat. Das Formular ist bei der Probenahme auszufüllen und von den mit der Musterziehung beauftragten Personen und den hinzugezogenen Zeugen gemeinschaftlich zu unterschreiben. In Streitfällen werden nur solche Proben als giltige angesehen, bei welchen die Ausfertigung eines solchen Zeugnisses erfolgte.

e) Die eine der nach obigen Vorschriften entnommenen Proben ist spätestens 3 Tage nach Empfang der betr. Sendung unter Beischluss des Musterziehungs-Zeugnisses an eine der zuständigen Untersuchungsstellen einzusenden. Die übrigen Proben werden für etwaige Nachuntersuchungen aufbewahrt, und zwar wird die eine zur Verfügung des Verkäufers gehalten.

§ 5. Kontrol-Untersuchung. Der Umfang der Untersuchungen, die Auswahl der Methoden, welche bei der Ausführung der Kontrol-Analysen in Anwendung kommen, ebenso die Beurteilung der Futtermittel, wird in das Ermessen der zuständigen Versuchs-Stationen gestellt, welche dagegen die Verantwortlichkeit für die Richtigkeit der ausgeführten Untersuchungen ganz und voll übernehmen.

Insoweit von dem Verbande der landw. Versuchs-Stationen im Deutschen Reiche Normativbestimmungen über die Beschaffenheit eines Futtermittels festgesetzt sind oder noch festgesetzt werden, haben die Beurteilungen seitens der Untersuchungsstellen auf Grund dieser Bestimmungen zu erfolgen. Ebenso ist die Feststellung der wertbestimmenden Bestandteile nur nach solchen Methoden vorzunehmen, welche vom genannten Verbande empfohlen oder für zulässig erklärt worden sind.

§ 6. Entschädigung bei Minderwert. Für die an den garantierten Werten fehlenden Gehalte ist die Firma verpflichtet, Entschädigung zu leisten.

Die Entschädigung kann berechnet werden entweder: 1. nach dem Grundsatz des Ausgleiches, oder 2. nach dem Grundsatze des Analysenspielraums (Latitüde).

Zu 1. Ausgleich: Unter Ausgleich ist die Deckung eines etwaigen Mindergehaltes an einem der garantierten Nährstoffe dem Geldwerte nach durch einen gleichzeitig vorhandenen Überschuss eines anderen garantierten Nährstoffes zu verstehen.

Als Grenzen sind massgebend:

Deckung eines Mindergehaltes an Fett bis 1 % in Futtermitteln mit einem garantierten Fettgehalt bis zu 10 %, bis zu 2 % bei höheren Gehaltsgarantien.

Deckung eines Mindergehaltes an Proteïn bis zu 10 % des garantierten Proteïngehaltes, höchstens jedoch bis 3 % Proteïn.

Deckung eines Mindergehaltes an Kohlehydraten bez. stickstofffreien Extraktstoffen bis zu 5 % Kohlehydrat.

Insoweit bei einzelnen Futtermitteln besondere schriftliche Vereinbarungen zwischen Verkäufer und Käufer, bez. zwischen Verkäufer und landwirtschaftlichen oder genossenschaftlichen Vereinigungen betreffs

der Erweiterung oder Verengerung der angegebenen Ausgleichsgrenzen getroffen worden sind, werden diese für die Berechnung der Entschädigung massgebend.

Zu 2. Analysenspielraum.

Ein Analysenspielraum wird nur bewilligt, wenn ein solcher zwischen dem Käufer und Verkäufer vereinbart worden ist, wozu indessen der Vermerk: „vorbehaltlich des Bernburger Spielraums (Latitüde)" genügen soll. Dieser besagt: „dass von dem in den Futtermitteln enthaltenen Rohproteïn bis zu einem Mindergehalt von 1 $^1/_2$ %, bei Fett bis zu $^1/_2$ % noch keine Entschädigung gewährt werden soll. Übersteigt jedoch der Fehlbetrag 1 $^1/_2$ % bei Rohproteïn oder $^1/_2$ % bei Fett, so wird der volle Fehlbetrag in Anrechnung gebracht." Wenn die Entschädigung unter Berücksichtigung des Analysenspielraums stattfindet, fällt der Ausgleich weg, und umgekehrt.

Für die Berechnung der Entschädigung wird das Geldwertverhältnis von 1 Teil Rohproteïn zu 1 Teil Rohfett gleichgesetzt. Der Wert von 1 Teil Kohlehydrat bez. stickstoffreiem Extraktstoff wird auf dem Wege der Differenzrechnung auf Grund der von dem Verbande der landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen auszuführenden Berechnungen festgestellt. Für die Berechnung des Wertes bez. der Entschädigung der mit garantierten Gehalten verkauften Futtermittel kommen nur diejenigen Nährstoffe in Betracht, auf welche sich die Garantie erstreckt. Werden Futtermittel nach „Prozenten der einzelnen Nährstoffe" gehandelt, so fällt jeder Spielraum und jeder Ausgleich fort.

§ 7. Zurücknahme gelieferter Ware. Erweist sich die gelieferte Ware als verdorben, oder ist die Beschaffenheit derselben infolge von Beimengung minderwertiger oder schädlicher Bestandteile eine der Bezeichnung, unter welcher die Ware in den Handel gebracht worden ist, nicht entsprechende, so hat die vertragschliessende Firma die Ware unter Ersatz der dem Empfänger erwachsenen Kosten zurückzunehmen. Hat der Verkäufer hierbei augenscheinlich den Grundsatz von Treue und Glauben ausser Acht gelassen oder mit grober Fahrlässigkeit gehandelt, so behält sich der Landeskulturrat die Veröffentlichung des Sachverhaltes unter Nennung der Firma vor.

§ 8. Erlöschen des Entschädigungs-Anspruchs. Der aus Garantieleistung für den Käufer der Waren sich ergebende Entschädigungsanspruch erlischt:

a) wenn die Probeziehung nicht ordnungsgemäss erfolgt ist.
b) wenn die Absendung des Probemusters unter Beischluss des Musterziehungszeugnisses nicht spätestens drei Tage nach dem Empfang der Ware geschehen ist,
c) wenn der Käufer den Anspruch auf Entschädigung nicht innerhalb zweier Wochen nach Empfang der Benachrichtigung von dem Ergebnis der Kontrol-Untersuchung der betreffenden Firma gegenüber geltend gemacht hat.

§ 9. Berufung. Gegen das Ergebnis der Untersuchung der die Kontrol-Untersuchung ausübenden Stellen und die darauf gestützte Entscheidung steht jedem der beiden Teile das Recht der Berufung zu. Dieselbe findet ihre Erledigung durch das Ergebnis einer Nachuntersuchung der zu diesem Zwecke zurückbehaltenen Teilmuster (§ 4, e).

Die Wahl der Stellen für die Nachuntersuchung bleibt der freien Vereinbarung zwischen den beiden vertragschliessenden Teilen vorbehalten; jedoch kommen hierbei nur landw. Versuchs-Stationen in Betracht, welche als solche durch den Verband der landw. Versuchs-Stationen des Deutschen Reichs anerkannt sind.

Die unterzeichnete Firma verpflichtet sich, die Ergebnisse der von den anderen Versuchs-Stationen bewirkten Nachuntersuchungen eines oder des anderen Teilmusters, bez. der Restmuster, von deren auf die Dauer von 4 Wochen aufbewahrtem Bestand die betreffende Untersuchungsstelle die Hälfte zur Nachuntersuchung an die Verkaufsfirma auszuliefern gehalten ist, unter Nennung der Stellen, welche die Nachuntersuchungen ausgeführt haben, an die Kontrolstelle des Landeskulturrats, welche die erste Untersuchung bewirkte, im Einzelfalle spätestens 8 Tage nach Bekanntwerden des Untersuchungsergebnisses mitzuteilen.

§ 10. Entscheidung. Die Entscheidung erfolgt in den Fällen der §§ 6, 7 und 8 durch den Landeskulturrat auf Grund der von der Untersuchungsstelle erhaltenen Mitteilung.

Im Falle des § 9 wird die endgiltige Entscheidung durch die mit der Nachuntersuchung beauftragten Versuchs-Stationen herbeigeführt.

Die Kosten der Nachuntersuchung trägt im Falle der Bestätigung eines ersatzfähigen Mindergehalts der Lieferant, im anderen Falle derjenige Teil, der die Nachuntersuchung veranlasst hat; es sei denn, dass der Untersuchungsstelle Unrichtigkeit der ersten Analyse nachgewiesen wird, in welchem Falle sie die Kosten trägt.

§ 11. Deckung der Kosten. Als Beitrag zur Deckung der Kosten zahlt die Firma am Schlusse jeden Halbjahrs an die Kasse des Landeskulturrats für jede von ihren Abnehmern im Königreich Sachsen auf Grund von § 2 dieses Vertrags bei den in § 3 genannten Untersuchungsstellen beantragte und gemäss § 5 desselben zur Ausführung gebrachte Untersuchung

a) bei nur mikroskopischer Prüfung auf Reinheit und Frische ....
b) bei gleichzeitiger Bestimmung des Gehalts an Feuchtigkeit, Rohproteïn und Fett (Ätherauszug) . . . .
c) wenn ausserdem der Gehalt an Rohfaser und Rohasche bestimmt und solcher an stickstofffreien Extraktstoffen berechnet wird . . . .

Soweit die Kosten der Untersuchung hierdurch und durch die eigenen Mittel der Versuchs-Stationen nicht gedeckt werden, übernimmt sie der Landeskulturrat auf seine Kasse.

§ 12. Ermässigte Untersuchungstaxe für die Firma. Um der Firma die Lieferung der Ware nach ihrem wirklichen Gehalt und die Garantie desselben zu erleichtern, werden ihr die Kosten für Voruntersuchung der Futtermittel von den in § 3 genannten Untersuchungsstellen bis auf weiteres nach folgenden ermässigten Sätzen berechnet:

1. Mikroskopische Prüfung auf Reinheit und Frische ....
2. Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts . . . .
3. „ „ Gehalts an Rohproteïn . . . .
4. „ „ Fettgehalts (Ätherauszug) . . . .
5. „ „ Gehalts an Rohfaser . . . .
6. „ „ „ „ Asche . . . .

7. Bestimmung des Gehalts an Kohlensäure . . . .
8. „ „ „ „ Sand . . . .

Die Bestimmung bez. Berechnung des Gehalts an stickstofffreien Extraktstoffen erfolgt ohne Aufrechnung weiterer Kosten, wenn die Untersuchung auf die unter 2 bis 6 angegebenen Gehaltsbestimmungen erstreckt worden ist (chemische Gesamt-Analyse).

Die Kosten der Untersuchung auf sonstige, vorstehend nicht genannte Bestandteile werden vorläufig nach dem pflichtgemässen Ermessen der betr. Untersuchungsstelle, jedoch ebenfalls nach mässigen Sätzen besonders berechnet, bis es möglich sein wird, die Gebühren für solche Fälle nach den gewonnenen Erfahrungen festzusetzen.

§ 13. Änderung oder Erlöschen der Firma. Der Landeskulturrat behält sich für den Fall, dass die Firma in andere Hände übergehen sollte, die Entscheidung vor, ob er den Vertrag mit dem neuen Inhaber der Firma fortsetzen will. Sollte die Firma erlöschen, so tritt damit gleichzeitig der Vertrag nach Ordnung der Verbindlichkeiten, welche die Firma der Kasse des Landeskulturrats gegenüber zur Zeit ihres Erlöschens noch hat, ausser Kraft.

§ 14. Dauer und Änderung des Vertrags. Gegenwärtiger Vertrag gilt für unbestimmte Zeit. Derselbe kann von seiten jedes der beiden vertragschliessenden Teile auf den 30. Juni und 31. Dezember jeden Jahres nach vorausgegangener 6 monatiger Kündigung ausser Kraft gesetzt werden.

Wünschenswerte Abänderungen einzelner Bestimmungen des Vertrags treten nach erfolgter Vereinbarung innerhalb der gleichen Fristen in Kraft.

Der Landeskulturrat verpflichtet sich, den Abschluss des Vertrags, sowie bei nicht erfolgter Kündigung desselben im Monat Januar jeden Jahres dessen Fortbestand in der Sächs. landw. Zeitschrift bekannt zu machen, in welcher auch eine etwaige Auflösung des Vertrags durch Kündigung oder Erlöschen der Firma bekannt gegeben werden wird.

Vorstehender Vertrag wird hiermit von beiden Teilen urkundlich vollzogen und tritt mit dem Tage der Bekanntmachung dieses Abschlusses in der Sächsischen landw. Zeitschrift in Kraft.

Dresden, den ....

Landeskulturrat für das Königreich Sachsen.

Der Vorsitzende: Der Generalsekretär:

....

.........................., den ....

....

....

Von diesen Vertragsformularen teilweise abweichend sind die für kleine (F) und grosse (G) Getreidemühlen. Gleichlautend mit den Formularen A bis E sind in F und G der Kopf, § 3, die §§ 5—9 (Zurücknahme gelieferter Ware bezw. Erlöschen des Entschädigungs-Anspruches, Berufung, Entscheidung und Deckung der Kosten: verschiedene Beiträge), die §§ 11 und 12 (Änderung oder Erlöschen der Firma bezw. Dauer und Änderung des Vertrags), § 4 (Musterziehung und Einsendung zur Kontroluntersuchung) von „Sollten diese Einzelproben" bis „und mit Inhaltsangabe zu versehen", sowie § 4c und endlich die Vollzugsformel.

Die übrigen Abweichungen lauten:

§ 1. Die Firma .... stellt sich mit ihrem Gesamtabsatz an Futtermitteln, welche sich bei der Vermahlung von Getreide ergeben (Kleie, Futtermehl etc.), innerhalb des Königreichs Sachsen unter die Kontrole des Landeskulturrats.

§ 2. Garantie. Die mitunterzeichnete Firma verpflichtet sich, nur unverfälschte Ware zu verkaufen und ihre Futtermittel ihrer wirklichen Beschaffenheit und Herkunft nach entsprechend zu benennen. Es ist daher bei jedem Verkauf von Futtermitteln seitens der vertragschliessenden Firma unaufgefordert Garantie zu leisten

für die der Natur der Futtermittel entsprechende Bezeichnung, für Unverdorbenheit und Unverfälschtheit (Reinheit von fremden, minderwertigen, indifferenten oder gesundheitsschädlichen, der Natur und Bezeichnung des Futtermittels nicht entsprechenden Bestandteilen);

bei Kleie insbesondere auch dafür, dass dieselbe lediglich aus dem bei der Vermahlung von für die Mehlgewinnung hinreichend gereinigtem Getreide sich ergebenden Abfalle besteht und keinen Zusatz von dem beim Reinigen des Getreides sich ergebenden Ausputz enthält.

Die Garantie ist schriftlich zu leisten durch Verzeichnung des Garantieinhaltes in dem Anerbieten, dem Schlussschein oder der Rechnung oder bei kleineren Bezügen (unter 200 Ctr.) durch besondere schriftliche Mitteilungen an den Bezieher. Dabei müssen angegeben werden: Name und Art des Futtermittels, Herkunft (wenn die Herkunft bezeichnend ist für bestimmte Qualitäten), sowie dass die Ware unter Ersatz der dem Empfänger erwachsenen Kosten zurückgenommen wird, wenn die mikroskopische Untersuchung derselben ergiebt, dass die Garantie nicht innegehalten worden ist.

Wenn und insoweit einem Futtermittel Getreide-Ausputz zugesetzt ist, verpflichtet sich die Firma, dies bei dem Verkaufs-Anerbieten, im Schlussschein oder der Rechnung ausdrücklich schriftlich zu erklären; die Unterlassung einer solchen Angabe ist der Erklärung, dass ein solcher Zusatz nicht erfolgt ist, gleich zu erachten.

§ 4. Musterziehung und Einsendung zur Kontroluntersuchung. Die kostenfreie Untersuchung der eingesendeten Futtermittelmuster findet nur dann statt, wenn die Ziehung der Muster, Verpackung und Versendung in nachstehender Weise stattgefunden hat:

Die Probenahme hat von dem Empfänger oder dessen Beauftragten an der Bahn- bez. Wasser-Station oder innerhalb dreier Tage nach dem Eintreffen am Empfangs-Ort entweder im Beisein eines Vertreters des Lieferanten oder unter Mitwirkung einer unparteiischen, mit diesen Bedingungen vorher bekannt zu machenden Persönlichkeit nach folgendem Verfahren zu geschehen:

a) Mittelst eines geeigneten Probeziehers, welcher in der Längsrichtung der liegenden Säcke einzuführen ist, oder, falls ein solcher nicht vorhanden ist, sind mittelst eines Löffels oder einer kleinen Schaufel (nicht mit der Hand) aus 15 % der Säcke oder mehr, mindestens aber aus 5 Säcken (bei weniger als 5 Säcken aus jedem Sack) Proben zu ziehen, und zwar aus verschiedenen Schichten (nicht lediglich aus der Mitte).

b) Die vorstehende Probenahme-Anweisung ist vom Verkäufer mit der Ware nebst dem Formular zu einem Zeugnis zu liefern, in welchem Verkäufer Marke, Sackzahl, Gewicht und Garantie, sowie die Versicherung anzugeben hat, dass die mikroskopische Untersuchung einer vorschriftsmässig gezogenen Probe auf Unverdorbenheit und Unverfälschtheit an den landw. Versuchs-Stationen zu Möckern und Pommritz unentgeltlich ausgeführt werde. Das Formular ist bei der Probenahme auszufüllen und von den mit der Musterziehung beauftragten Personen und den hinzugezogenen Zeugen gemeinschaftlich zu unterschreiben. In Streitfällen werden nur solche Proben als giltige angesehen, bei welchen die Ausfertigung eines solchen Zeugnisses erfolgte.

§ 10. Ermässigte Untersuchungstaxe für die Firma. Um der Firma die Lieferung der Ware nach ihrem wirklichen Gehalt und die Garantie desselben zu erleichtern, werden ihr die Kosten für die mikroskopische Voruntersuchung der Futtermittel auf Reinheit und Frische von den in § 3 genannten Untersuchungsstellen zu dem ermässigten Satze von ...... berechnet.

Hierauf folgt eine Besprechung der zu Bernburg und Halle bezüglich der Müllerei-Produkte gefassten Beschlüsse.

Emmerling beklagt, dass die Müller bezüglich bestimmter Garantieleistung wenig Entgegenkommen erkennen lassen. Im Anschluss hieran führt

Loges aus: Der Bernburger Beschluss vom 4. Juli 1890, dass als Kleie „mahlfertiges Getreide minus Mehl“ zu verstehen sei, und dass der Zusatz von Kornausputz zur Kleie als Betrug aufzufassen ist, sei noch in Kraft. Trotzdem nun der Futtermittelausschuss zu wiederholten Malen den Verbandsmitgliedern Untersuchung der Kleie und Beurteilung derselben im Sinne

der Bernburger Beschlüsse dringend ans Herz gelegt habe, nehmen manche Stationen auf den Kornausputzzusatz keine Rücksicht, und so komme es, dass dieselbe Kleie von der einen Station als verfälscht, von der anderen als tadellose, reine Ware bezeichnet werde. Dieser Zustand sei unhaltbar, untergrabe einerseits das Ansehen und die Autorität der Versuchs-Stationen, schädige aber andererseits auch das Interesse der Landwirte. Wolle man nicht überall die Kleien nach den Bernburger Beschlüssen untersuchen, so sei es besser, heute dieselben aufzuheben, und Redner bitte darum, eine Entscheidung in dem einen oder anderen Sinne herbeizuführen.

Schliesslich wurde

zu Punkt 5 der Tagesordnung

der Entwurf H. Schultzes, betreffend die Einrichtung eines Schiedsgerichtes für Düngeranalysen-Differenzen, welcher nachfolgenden Wortlaut hat, einstimmig angenommen.

Entwurf,

betreffend die Errichtung eines Schiedsgerichtes bei Düngeranalysen-Differenzen.

1. Die Aufgabe des Schiedsgerichtes ist es lediglich, die im Handel mit künstlichen Düngern vorkommenden analytischen Differenzen aufzuklären.
2. Das Schiedsgericht wird gebildet aus dem geschäftsführenden Ausschuss und 6 die Schiedsanalysen vornehmenden Chemikern.
3. Der geschäftsführende Ausschuss besteht aus einem Vorsitzenden und 4 Beisitzern. Der Vorsitzende wird vom Deutschen Landwirtschaftsrat aus dem Kreise seiner Mitglieder bestellt; von den Beisitzern werden 2 jährlich aus der Zahl der Versuchs-Stations-Vorsteher von der Hauptversammlung des Verbandes der Versuchs-Stationen, 2 Beisitzer durch den Verein der Deutschen Düngerfabrikanten gewählt.
4. An den Vorsitzenden des Ausschusses sind die Anträge auf eine schiedsrichterliche Untersuchung, sowie die zu analysierenden Proben einzuschicken.
5. Vom Vorsitzenden werden die in Gegenwart von sachverständigen Zeugen vorbereiteten resp. geteilten Proben an mindestens 2 vom Ausschuss für jeden einzelnen Fall zu bestimmende Chemiker des Schiedsgerichtes zur Untersuchung übermittelt. Hierbei ist das Untersuchungsziel genau zu präzisieren, die Namen der streitenden Parteien aber sind zu verschweigen.
6. Dem Ausschusse steht das Recht zu, eingesandte mangelhafte Proben unter näherer Begründung zurückzuweisen.

7. Der Ausschuss besitzt ferner das Recht, die Gutachten zur nochmaligen Prüfung an den untersuchenden Chemiker zurückzuschicken.
8. Die von den Chemikern einlaufenden Gutachten werden vom Vorsitzenden den streitenden Parteien im Wortlaut mitgeteilt.
9. Der Ausschuss ist verpflichtet, sobald die Differenzen in der Natur von neueingeführten, bislang unbekannten Untersuchungsobjekten oder in nicht genügend entwickelten, bisher aber als zulässig betrachteten, analytischen Methoden begründet zu sein scheinen, beim Verbande der Versuchs-Stationen weitere aufklärende Untersuchungen zu beantragen.
10. Die die Schiedsanalysen vornehmenden Chemiker werden alljährlich von der Hauptversammlung aus den Mitgliedern der den Verband bildenden Versuchs-Stationen gewählt.
11. Die Schiedschemiker sind verpflichtet, die Analysen selbst vorzunehmen, um für die Richtigkeit derselben persönlich einstehen zu können.
12. Die Schiedschemiker sind verpflichtet, soweit Methoden vom Verband vereinbart sind, solche genau zur Anwendung zu bringen, und die angewandten Methoden bei Abgabe des Gutachtens in allen Einzelheiten anzugeben. Es genügt nicht, auf eine andern Orts beschriebene Methode hinzuweisen.
13. Die Anrufung des Schiedsgerichtes seitens der Händler oder Landwirte soll nur dann erfolgen können, nachdem die betreffende Versuchs-Station zu nochmaliger Untersuchung aufgefordert worden ist und auch nach erfolgter Wiederholung der Analyse das frühere Resultat aufrecht erhält.
14. Die bestrittene Analyse einer Versuchs-Station darf nur dann verworfen werden, wenn die Abweichung vom Mittel der schiedsrichterlichen Analyse beträgt:

    bei in Wasser löslicher Phosphorsäure .... %
    „ „ „ unlöslicher „ .... „
    „ Kali .... „
    „ Stickstoff .... „
    „ Feinmehl .... „

    Andernfalls bleibt die bestrittene Analyse massgebend für den Verkauf, was von dem Ausschuss ausdrücklich den streitenden Parteien mitgeteilt werden soll.
15. Auf Antrag zweier Beisitzer des geschäftsführenden Ausschusses muss die Untersuchung von 2 anderen, vom geschäftsführenden Ausschuss zu bestimmenden Schiedschemikern wiederholt werden.
16. Als Probe für die schiedsrichterliche Untersuchung ist nur die von der betreffenden Versuchs-Station untersuchte Probe heranzuziehen. Andere aus der Ware gezogene Proben sind unzulässig.
17. Die Kosten der schiedsrichterlichen Prüfung werden von dem Teil getragen, der die Schiedsanalyse beantragt, falls nicht in dem Kontrolvertrag zwischen Versuchs-Stationen und Fabrikanten andere Vereinbarungen getroffen werden. Dieselben sollen entsprechend der erhöhten Mühewaltung der Chemiker und den dem Ausschusse erwachsenden Unkosten tarifmässig normiert werden.

Hierauf wird die Sitzung um 5 Uhr Abends geschlossen.

II. Sitzung am 12. Dezember 1892.

Die Sitzung wird um $9^{1}/_{2}$ Uhr Vormittags eröffnet und zur Beratung von

Punkt 6c der Tagesordnung:

Die Untersuchung der Futtermittel und die Vereinbarungen im Futtermittelhandel, verschritten. Der Berichterstatter EMMERLING erklärt, dass die Hallenser Beschlüsse nur vorbereitender Natur waren und jetzt nach vielfacher Umformung durch die Beschlüsse der weiteren Kommission des Deutschen Landwirtschaftsrates (20. Febr. Berlin) ersetzt seien. Der Berichterstatter verliest die letzteren, bereits in Bd. XL. der „Landw. Versuchs-Stationen", S. 330 veröffentlichten Beschlüsse, wobei unter Zustimmung der Anwesenden auf die Verlesung der genügend bekannten Probenahmebestimmungen verzichtet wird. Von dem Berichterstatter wird vorher dargelegt, dass es sich heute nicht um eine neue Diskussion jener Beschlüsse handele, sondern nur darum, dieselben en bloc anzunehmen oder abzulehnen. Die Beschlüsse sind unter fortwährender Mitwirkung des Ausschusses für Futtermittel zustande gekommen, welcher in der Schlussberatung durch sechs Mitglieder vertreten war. Auch der Deutsche Landwirtschaftsrat hat in seiner Sitzung (Anfang März 1892) den neuen Grundsätzen seine Zustimmung erteilt durch den Beschluss:

> „Die aus den Beratungen seiner Futtermittel-Kommission mit den verschiedenen Interessenten hervorgegangenen „Allgemeinen Grundsätze für den Handel mit käuflichen Futtermitteln" den Centralvereinen, Bezugsvereinen, Versuchs-Stationen, ebenso den Fabrikanten, Händlern und Importeuren mit dem Ersuchen hinzugeben, den An- und Verkanf von Futtermitteln auf dieser Grundlage zu bewerkstelligen."

EMMERLING beschreibt ferner in Kürze den Gang der Verhandlungen seit der Hallenser Hauptversammlung. In der Sitzung der engeren Kommission des Deutschen Landwirtschaftsrates am 8. November 1891 sei man den Vertretern der Industrie sehr entgegengekommen, indem man dem Vorschlage, dass in Zukunft für die Entschädigungsberechnung im Handel der Wert des Proteïns und des Fettes gleich gesetzt werden möge, keinen Widerstand entgegensetzte. Dennoch verlief die Verhandlung fast resul-

tatlos, da die Vertreter des Handels eine nochmalige Generaldiskussion über das Prinzip der getrennten Garantie beanspruchten. Sie glaubten die Verantwortung für sich allein nicht übernehmen zu können, welche mit der Anerkennung eines Grundsatzes von solcher Tragweite verbunden sei. Der Plan, anfangs Januar in Berlin eine grössere Versammlung von Importeuren etc., zu welcher auch die Vertreter der Versuchs-Stationen als Sachverständige geladen werden sollten, abzuhalten, wurde als weniger zweckmässig wieder aufgegeben. Nachdem inzwischen die Generalversammlung Deutscher Grosshändler in Dünger- und Kraftfuttermitteln das Prinzip der getrennten Garantie als unter gewissen Modalitäten für durchführbar erklärt hatte, konnte von weiteren Sitzungen der Kommissionen des Deutschen Landwirtschaftsrates ein Erfolg erwartet werden.

Am 18. Februar d. J. tagte in Berlin unser ständiger Ausschuss für Futtermittel, am 19. die engere Kommission des D. Landwirtschaftsrates, am 20. Februar endlich die weitere Kommission, zu welcher noch eine grössere Zahl von Vertretern der Fabrikation, des Imports und des Binnenhandels geladen worden waren. Von dem ständigen Ausschuss für Futtermittel waren anwesend: die Herren Fresenius, Loges, Maercker, H. Schultze, Stutzer und der Berichterstatter. Das Resultat der lebhaften und vielseitigen Erörterungen in jener Versammlung sind die bereits bekannten „Allgemeinen Grundsätze für den Handel mit käuflichen Futtermitteln.“ Vor der Abstimmung hatte sich eine kleine Zahl von Fabrikanten und Händlern entfernt. Im übrigen wurden die Grundsätze mit grosser Majorität und seitens der landwirtschaftlichen Körperschaften einstimmig angenommen.

Der Berichterstatter empfiehlt nochmals dringend die einstimmige Annahme und in dieser Voraussetzung die Umgestaltung der bisherigen Gebräuche und Verträge, sowie der bisherigen Art der Futtermittelkontrole im Sinne jener Grundsätze.

In den östlichen Provinzen seien die Kleien das Haupt-Kraftfuttermittel, an seiner Station seien z. B. fast die Hälfte der eingelieferten Futtermittelproben Kleien. Über 50 % der Kleien seien dort verfälscht, und in dem harten Kampf möchte er sich die Hülfe der Kollegen im Westen erbitten; der Kampf hier sei aussichtslos, wenn die Müller und Händler eine oder mehrere Versuchs-Stationen fänden, welche Kleien, die von Land-

wirten auf Grund des Posener Gutachtens wegen starken Kornausputzzusatzes zur Verfügung gestellt seien, für rein und tadellos erklären, und welche dann womöglich noch als Sachverständige bei gerichtlicher Austragung des Streites vorgeschlagen würden.

Wenn die Versuchs-Stationen in der Kleieangelegenheit geschlossen und einheitlich vorgingen und sich die Hülfe der Landwirte in dem Kampfe gegen Fälschungen sicherten, so werde es bald gelingen, den Widerstand der Müller zu brechen, der lediglich deshalb bis jetzt erfolgreich gewesen sei, weil viele Stationen nicht gemäs den Bernburger Beschlüssen verfahren sind. Ein Beweis dafür, dass Abhilfe erreicht werden kann, wenn die Station die Bernburger Beschlüsse ausführt und die Landwirte über dieselben instruiert, liefere die Provinz Posen; das grösste Kleiegeschäft habe sich kontraktlich zur Lieferung unverfälschter Waren verpflichtet; andere Firmen werden bald nachfolgen. Den laut gewordenen Zweifeln gegenüber, ob Anwesenheit heiler Unkrautsamen immer beweisend für Zusatz von Kornausputz sei, habe er betont und thue dies hier nochmals, dass dies unter allen Umständen sicher sei. Bei keinem anderen Futtermittel sei die Verfälschungsdiagnose so leicht und so sicher, wie bei den Kleien. Seien in derselben heile Unkrautsamen, so ist dies immer ein Beweis für nachträglichen Zusatz. Würde ausnahmsweise einmal ungereinigtes Getreide vermahlen, so würden auch die Unkrautsamen zerkleinert; selbst die kleinsten zeigten Spuren von Schleifung, seien zerdrückt u. s. w. Hätten Unkrautsamen den ganzen Mahlprozess mit durchgemacht, so finde man von den mehlreichen in der Kleie nur die Schalenfetzen ohne anhaftenden Sameninhalt. Kämen in einer Kleie zertrümmerte Unkrautsamen mit anhaftendem Sameninhalt vor, so sei dies ein Beweis dafür, dass der Kleie geschrotener Kornausputz zugesetzt wurde, wie das leider jetzt schon sehr häufig geschähe.

Der Vorsitzende giebt dem Wunsche Ausdruck, es möchten die Versuchs-Stationen des Verbandes vorkommende gröbere Verunreinigungen der Kleien wie aller anderen Futtermittel zur Kenntnis des Futtermittelausschusses bringen, um diese in die Lage zu versetzen, den Quellen derselben nachforschen und wenn möglich Abhilfe schaffen zu können.

Meissl weist bezüglich der Untersuchung und Beurteilung von Kleie darauf hin, dass bedenklicher noch, als ein Ge-

halt derselben an unverletzten Samen von Unkräutern bezw. hinzugefügtem Getreideausputz, der vielfach im Futterwerte der Kleie gleichkommt oder sie noch übertrifft, ein Gehalt an Pilzsporen, insbesondere an Sporen der Brand- und Rostpilze ist. Bei seitens der Versuchs-Station Wien ausgeführten Fütterungsversuchen mit Schweinen wurde nämlich die Erfahrung gemacht, dass, als zufällig schwachbrandige Gerste verfüttert wurde, sich im Kote, trotzdem das Futter mit heissem Wasser abgebrüht worden war, zahlreiche Brandsporen vorfanden, die, auf feuchtes Filtrierpapier ausgesäet, sehr schön keimten. Es hat also weder das Übergiessen mit heissem Wasser, noch das Passieren des Verdauungskanales die Keimfähigkeit der Brandsporen beeinträchtigt. Eine Schädigung des Tieres konnte zwar nicht beobachtet werden, es sei aber eine solche auch nicht ohne weiteres in Abrede zu stellen; jedenfalls sei ein Futtermittel, das einen mit keimfähigen Brandsporen durchsetzten Dünger liefert, höchst bedenklich, da es zweifellos die Gefahr einer Infizierung der Felder mit schädlichen Pilzsporen in sich birgt. In Österreich bilde die Kleie eines der wichtigsten Kraftfuttermittel und gelange daher solche häufig zur Untersuchung. Trotzdem hätten sich ihm und seinen Mitarbeitern nur sehr selten Anhaltspunkte zur Annahme ergeben, dass Getreideausputz zugesetzt worden sei; wohl aber sei öfter ein zu beanstandender Gehalt an Brandsporen, Rost und dgl. gefunden worden.

Nobbe betont, dass unverletzte Unkrautsamen allerdings unzweideutig seien, dass aber auch gemahlener Ausputz den Kleien zugesetzt werde, dessen Nachweis der Versuchs-Station obliege.

Ulbricht führt an, in Dahme werde jede Kleieprobe auf ihren Gehalt an ganzen Unkrautsamen hin untersucht und seien vielfach hochgradig durch ganze Unkrautsamen, bis zu fast 500 000 in 1 Ctr., verunreinigte Proben vorgekommen. Redner halte aber die Behauptung, eine solche Kleie sei mit „Kornausputz“ versetzt, für nicht richtig und zu weitgehend, weil erstens eine zufällige Verunreinigung nicht ausgeschlossen sei, manche Kleien aber 5000 ganze Unkrautsamen in 1 Ctr. (1 Korn in 10 g) enthielten und daraufhin doch wohl nicht mit vollem Recht als absichtlich mit Kornausputz versetzt bezeichnet werden könnten. In Dahme werden die ausgelesenen Unkrautsamen auf ihre Keimfähigkeit geprüft, um auch nach dieser Richtung hin Anhaltspunkte für die Beurteilung der Bedeutung dieser Ver-

unreinigungen zu schaffen; Redner werde die Ergebnisse dieser Keimversuche später veröffentlichen. Derselbe bestätigt das Vorkommen von bisweilen ganz ungeheuren Mengen Pilzsporen in Kleien, die dadurch in hohem Grade entwertet würden. Er hält es für verwerflich, zwei Sorten Kleie (1. und 2. Qualität) zuzulassen.

Ad. Mayer erwähnt, dass alle Holländischen Versuchs-Stationen mit Vergleichspräparaten ausgerüstet seien, welche ihnen ermöglichen, mit Leichtigkeit festzustellen, ob ein Futtermittel mehr oder weniger und womit es verunreinigt oder verfälscht sei.

Der Antrag Emmerling's: Die Versuchs-Stationen sollen in jeder Kleieprobe die Anzahl der unverletzten Unkrautsamen, sowie der Pilzsporen bestimmen und ihre Menge auf 1 kg berechnet angeben, erregt eine lebhafte Debatte, an der sich Fresenius, Schultze, Soxhlet und Ulbricht beteiligen. Soxhlet hält es für richtiger, die Verunreinigungen durch Unkrautsämereien gewichtsprozentisch auszudrücken.

Maercker's Antrag: „Die Hauptversammlung bringt die Bernburger Beschlüsse, betreffend die Kleieuntersuchung, in Erinnerung und verweist die Frage im übrigen zur nochmaligen Beratung an den Futtermittelausschuss“ wird einstimmig angenommen.

Emmerling berichtet hierauf über den Stand der die Monographien von Futtermitteln betreffenden Angelegenheit und fordert die Beteiligten zu thunlichster Beschleunigung der Arbeiten auf.

Zu

6 d der Tagesordnung:

Die Bodenuntersuchung, giebt P. Wagner an Stelle des verhinderten Berichterstatters die Erklärung ab, dass von Seiten des Ausschusses ein Antrag nicht zu stellen sei, worauf der Vorsitzende mitteilt, dass Herr Geh. Ober-Reg.-Rat Prof. Dr. J. Kühn, der am persönlichen Erscheinen verhindert sei, folgenden, im Druck vorliegenden Abänderungsantrag gestellt habe; demselben sei die nachfolgende, ebenfalls gedruckt vorliegende Begründung beigefügt.

Ergebenster Antrag,

die Abänderung von § 2 und einer Bestimmung von § 3 im Punkt 5 der Bremer Protokolle, „die Bodenuntersuchung“ betreffend.

In Bezug auf § 2 bittet der Unterzeichnete, den gesamten Wortlaut des Entwurfes durch folgende Bestimmungen zu ersetzen:

a) Die zu untersuchende Bodenprobe wird in möglichst frischem Zustande soweit zerkleinert, dass bei dem späteren Sieben auf einem 5 mm-Siebe nur Steine zurückbleiben. Sie wird dann gleichmässig an einem vor Staub geschützten Orte ausgebreitet, bis sie lufttrocken geworden ist. Hierauf wird sie gewogen und durch ein 5 mm-Sieb getrennt. Die auf dem Siebe verbleibenden *Steine* (> 5 mm) werden durch aufgegebenes Wasser von anhängenden Erdteilen gereinigt und in lufttrockenem Zustande gewogen. Das Gewicht derselben wird in Prozenten des Gesamtbodens ausgedrückt.

b) Der durch das 5 mm-Sieb gefallene Boden besteht aus *gröberen Gesteinstrümmern* und aus der *Feinerde* (< 2 mm). Die ersteren werden bei Schwemmlandsböden als *Kies*, bei Verwitterungsböden als *Grus* bezeichnet und zwar als:

grober Kies oder Grus bei einer Korngrösse von < 5—> 3 mm,
feiner „ „ „ „ „ „ „ < 3—> 2 mm,

Die Feinerde besteht aus gröberen und feineren *Sanden* und aus den *abschlämmbaren Teilen*. Die Sande werden unterschieden als:

sehr grober Sand (Grand) bei einer Korngrösse von . . . . < 2—> 1 mm,
grober Sand bei einer Korngrösse von . < 1—> 0.5 mm,
feiner Sand „ „ „ „ . < 0.5—> 0.25 mm,
sehr feiner Sand bei einer Korngrösse von < 0.25 mm.

Die *abschlämmbaren Teile* sind durch das Mikroskop auf ihren Gehalt an *grösseren* und *kleineren Quarzstaubkörnchen*, *Glimmer*, *Thonteilen* etc. zu untersuchen.

c) Zur Ausführung der Untersuchung werden von dem durch das 5 mm-Sieb gefallenen, steinfreien Boden bei feinerdiger Beschaffenheit desselben 50 *Gramm*, bei kies- oder grusreicheren Böden 100 *Gramm* verwendet und zunächst in einer Porzellanschale mit einem halben Liter Wasser unter häufigem Umrühren mittelst eines Spatels so lange in gelindem Sieden erhalten, bis alle Bodenteilchen völlig zerkocht sind. Nach genügendem Erkalten giebt man die zerkochte Bodenmasse durch ein 2 mm-Sieb in einen *Kühn'schen Schlämmcylinder* ursprünglicher Konstruktion (Höhe 30 cm, lichte Weite 8.5 cm,

Entfernung des 1.5 m weiten Tubus vom Boden = 5 cm). Der auf dem Siebe zurückbleibende Rückstand wird über dem Cylinder sorgfältig mit der Spritzflasche abgespült und dann an der Luft getrocknet. Durch ein 3 mm-Sieb wird derselbe in groben Kies oder Grus (5—3 mm) und in feinen Kies oder Grus (3—2 mm) getrennt und jeder Teil für sich gewogen.

d) Zu der in den Cylinder gelangten, ausschliesslich aus Feinerde (< 2 mm) bestehenden Masse giebt man so viel Wasser, dass dasselbe bis zu der 2 cm unter dem Rande des Cylinders angebrachten Marke reicht, und rührt mit einem Glas- oder glatten Holzstab ca. 1 Minute lang gründlich um. Dann zieht man den Rührstab schnell heraus und lässt das von ihm abfliesende Wasser in den Cylinder tropfen. Diesen lässt man 10 Minuten lang ruhig stehen, zieht dann den Stopfen aus dem Tubus und lässt das trübe Wasser ablaufen, wobei man eine Probe in einem Regensglase auffängt. Letzteres wiederholt man bei jedem folgenden Aufschlämmen und vereinigt die gleichgrossen Proben in einem Becherglase. Nach Beendigung der Schlämmoperation wird der Inhalt des letzteren abfiltriert, die auf dem Filter bleibende Masse innig gemischt und zur mikroskopischen Untersuchung verwendet.

Nach jedem Abschlämmen schliesst man den Tubus wieder, wobei man stets sorgfältig darauf achtet, dass der Stopfen genau mit der inneren Wand des Cylinders abschneidet. Dann füllt man bis zur Marke, rührt um und lässt auch bei jedem folgenden Abschlämmen 10 Minuten lang ruhig stehen, um dann ablaufen zu lassen, wieder aufzufüllen und so lange damit fortzufahren, bis nach 10 Minuten langem Stehen über dem Tubus keine schwebenden Bodenpartikelchen mehr wahrzunehmen sind.

e) Der im Schlämmcylinder zurückbleibende Sand wird mit Hülfe der Spritzflasche in eine Porzellanschale gebracht und auf dem Wasserbade zur völligen Trockne eingedampft. Damit der Sand die Luftfeuchtigkeit wieder anziehe, lässt man die Schale etwa 24 Stunden an einem vor Staub geschützten Orte stehen und wiegt dann zunächst den gesamten Sand. Hierauf siebt man erst durch das 1 mm-Sieb, dann durch das 0.5 mm-Sieb und das 0.25 mm-Sieb, um so das Gewicht des sehr groben Sandes oder Grandes (2—1 mm), des groben Sandes (1—0.5), des feinen Sandes (0.5—0.25) und des sehr feinen Sandes (< 0.25) zu erhalten. Es sind hierbei ausschliesslich Rundloch-

siebe zu verwenden. Eine bei dem Vergleich mit dem Gesamtgewicht des Sandes durch Verstäuben beim Sieben sich ergebende Differenz ist dem „sehr feinen Sande“ zuzurechnen. Die gefundenen Gewichtsmengen von Kies oder Grus und Sand sind in Prozenten des steinfreien lufttrockenen Bodens auszudrücken. Die Menge der abschlämmbaren Teile ergiebt sich aus der Differenz zwischen dem ursprünglichen Gewichte des zur Untersuchung verwandten steinfreien lufttrocknen Bodens (50 oder 100 Gramm) und dem Gewicht von Kies oder Grus und Sand. — Dem Ergebnis der Schlämmanalyse ist immer das Resultat der mikroskopischen Untersuchung hinzuzufügen. Findet eine eingehendere Feststellung der mineralogischen Beschaffenheit der Feinerde nicht statt, so ist doch stets schätzungsweise anzugeben, in welchem Verhältnis grössere Quarzstaubkörnchen im Vergleich zu den feineren Gemengteilen in den abschlämmbaren Teilen der untersuchten Bodenprobe vorhanden sind.

In Bezug auf § 3 empfiehlt der Unterzeichnete angelegentlichst, in dem ersten Absatze die Worte:

> „Zur chemischen Analyse nimmt man den durch trockenes Absieben mittelst des 3 mm-Siebes erhaltenen Feinboden etc.“

in folgender Weise umzuändern:

> „Zur chemischen Analyse nimmt man die durch trockenes Absieben mittelst des 2 mm-Siebes erhaltene Feinerde etc.“

Zur Begründung.

Das in den Beschlüssen der dritten allgemeinen Versammlung des Verbandes der landwirtschaftlichen Versuchs-Station zu Bremen acceptierte Verfahren der mechanischen Analyse des Bodens (§ 2) ist im Prinzip der Untersuchungsmethode entsprechend, welche Knop in seinem 1868 erschienenen Werke „Der Kreislauf des Stoffes“ beschreibt und die er auch in seiner späteren Schrift: „Die Bonitierung der Ackererde, Leipzig 1872“ beibehielt.

Die charakteristische Eigentümlichkeit dieses Knop'schen und des bei den Bremer Beschlüssen in's Auge gefassten Verfahrens liegt in dem mittelst eines Pinsels ausge-

führten Durchwaschen des Bodens durch sehr enge Siebe. Gegen dieses Verfahren lässt sich die Einwendung erheben, dass es zu Resultaten führt, welche nicht exakt sind und den thatsächlichen Verhältnissen in vielen Fällen ungenügend entsprechen. Die in der Verwitterung etwas weiter vorgeschrittenen, noch zersetzbaren Gemengteile des Bodens verhalten sich in Bezug auf die physikalische Beschaffenheit desselben im wesentlichen ebenso, wie die weniger verwitterten oder nicht verwitterungsfähigen Gemengteile. Die Körner des Kieses und Gruses, des gröberen und minder groben Sandes werden nach Massgabe ihrer Grösse bestimmend für die Eigenschaften des Bodens. Die Kenntnis des Verhältnisses ihres Vorkommens in einer Bodenprobe giebt uns daher Anhalte für die Beurteilung seiner Eigentümlichkeit, für die Schätzung seines Wertes. Sollen jedoch diese bei der mechanischen Analyse gewonnenen Anhalte dem Landwirt für die Würdigung des Bodens wirkliche Sicherheit bieten, so muss die Trennung der Gemengteile desselben so ausgeführt werden, dass dabei an den ursprünglich vorhandenen Grössenverhältnissen der Gemengteile nichts geändert wird. Dies geschieht aber, wenn der Boden durch so feine Siebe, wie die Messingdrahtsiebe No. 50 und 100 von Kahl und das Florsieb No. 16 von Ehrhardt & Metzger es sind, mittelst des Pinsels durchgewaschen wird. Bei dieser Operation werden grössere und kleinere mürber gewordene Gemengteile weiter und möglicherweise sehr stark zerteilt, somit wird der ursprüngliche Zustand des Bodens mehr oder weniger verändert und es wird dadurch ein unzutreffendes Untersuchungsergebnis herbeigeführt. Dies wird in um so höherem Grade der Fall sein, je reicher der Boden an noch verwitterungsfähigem Material ist. Dies konnte nun auch einem so ausgezeichneten Beobachter, wie es Knop war, auf die Dauer nicht entgehen. Derselbe erkennt daher auch in seiner, im Jahr 1883 erschienenen Schrift: „Ackererde und Kulturpflanze" Seite 2 ausdrücklich an, dass bei Verwitterungsböden die gröberen Gemengteile des Bodens „häufig" aus „so tief verwitterten Brocken" bestehen, „dass sie beim Waschen mit dem Pinsel weiter zergehen". Damit ist aber die Methode der Bodenuntersuchung, bei welcher dies „Waschen mit dem Pinsel" prinzipiell zur Anwendung kommt, von dem Schöpfer derselben selbst gerichtet worden. Es wird dabei ein Kunstprodukt gewonnen und dies

einer weiteren Behandlung unterworfen, deren Ergebnisse eine sichere Orientierung dem Landwirt nicht gewähren können. — Dagegen bleibt bei dem Kochen und blossen Umrühren des Bodens, bei dem späteren Abspülen des Kieses oder Gruses mit Wasser und bei dem Aufschlämmen der Feinerde im Sehlämmcylinder, wie dies bei der von mir vorgeschlagenen Methode der physikalischen Bodenuntersuchung stattfindet, die ursprüngliche Beschaffenheit der Bodengemengteile möglichst erhalten und es wird ein Resultat gewonnen, das dem wirklichen Thatbestande entspricht. Ich bitte daher angelegentlichst, meinem Vorschlage Zustimmung zuteil werden zu lassen.

2. Wenn der Schlämmcylinder nur benutzt werden sollte, um das Produkt vom Florsieb No. 16 weiter zu zerlegen, so könnte die von Wagner vorgeschlagene Modifikation meines Schlämmcylinders in Anwendung kommen. Soll aber, wie ich empfehle, die ganze Feinerde in dem Cylinder durch Aufschlämmen in Sande und abschlämmbare Teile geschieden werden, dann ist die ursprüngliche Konstruktion meines Schlämmcylinders unter genauer Einhaltung der angegebenen Masse vorzuziehen. — Es lag schon bei der ersten Anwendung desselben nahe, an Abhebern des Schlämmwassers zu denken. Vergleichende Versuche überzeugten mich aber, dass bei Anwendung eines Tubus gleichgünstige Resultate gewonnen wurden, wie dies später auch in der Schrift von Steinriede „Anleitung zur mineralogischen Bodenanalyse, Leipzig 1889“ S. 19 Bestätigung gefunden hat durch den Nachweis der grossen Feinkörnigkeit des bei solchen mit einem Tubus versehenen Schlämmcylindern gewonnenen ersten Ablaufes. Ist aber bei Anwendung des Tubus ein gleich gutes Resultat zu erreichen, so verdient seine Anwendung immer den Vorzug, weil bei Benutzung desselben weniger Zeit erfordert wird und weil dadurch der Apparat für den praktischen Landwirt einfacher und zweckmässiger erscheint. Für den praktischen Landwirt fällt die Ersparnis an Zeit noch mehr als sonst in's Gewicht. Andererseits ist es wiederum rätlich, dass die Versuchs-Stationen denselben Apparat anwenden, wie die praktischen Landwirte, damit die von letzteren gewonnenen Resultate mit denen der Versuchs-Stationen übereinstimmen. Da nun ausserdem die Methode der mechanischen Untersuchung des Bodens für die Versuchs-Stationen doch nicht so grosse prinzipielle Bedeutung hat, wie die chemische Analyse, so empfehle

ich angelegentlichst, sich dahin zu vereinigen, meinen Schlämmcylinder in den im Antrage bezeichneten Dimensionen zum allgemeinen Gebrauch zu wählen und den Interessen der Praxis damit entgegen zu kommen. — Ich bemerke noch, dass ich früher nur bei dem ersten Aufschlämmen 10 Minuten absetzen liess, bei dem späteren, wiederholten Aufschlämmen dagegen je 5 Minuten. Neuere Beobachtungen haben es mir rätlich erscheinen lassen, die Zeit des Absetzens bei *jedem* Aufschlämmen auf 10 Minuten zu bestimmen, wie es auch in meinem Antrage geschehen ist.

3. Die in meinem Antrage für die verschiedenen Korngrössen der Bodengemengteile empfohlenen Bezeichnungen entsprechen den meist üblichen und stimmen auch überein mit den Auffassungen praktischer Kreise. In diesen würde beispielsweise die Bezeichnung „Feinkies“ für Sande *unter* 1 mm bis zu ca. 0.4 mm ebenso zu Missverständnissen führen, wie die Bezeichnung „Grobsand“ für das Produkt von Messingdrahtsieb No. 50 und Rückstand auf Messingdrahtsieb No. 100, was den Dimensionen von ca. < 0.4 mm bis > 0.2 mm entspricht; denn im praktischen Leben ist man gewohnt, die Korngrösse von 1—0.5 mm als gewöhnlichen „groben Sand“ und die Korngrösse 0.5—0.25 mm als „feinen Sand“ zu bezeichnen.

4. Es empfiehlt sich dringend, den Begriff der „Feinerde“ auf das Bodenmaterial zu beschränken, *welches durch das 2 mm-Sieb fällt*, wie dies auch in meinem ergebensten Antrage geschehen ist. Ganz allgemein erblickt man — abgesehen von den Steinen — in dem „Kies“ oder „Grand“ das *grobe* Material des Bodens im Gegensatz zu dem eigentlich „*erdigen*“ Teile desselben, der die Sande und abschlämmbaren Teile umfasst, und den wir um dieses Gegensatzes willen ganz zweckmässig „*Feinerde*“ nennen. Da die untere Grenze des Kieses und Grandes > 2 mm ist, so entsprechen der Feinerde alle Gemengteile des Bodens *unter* 2 mm. Dies würde dann zweckmässig auch für die *chemische Untersuchung das geeignetste Material abgeben* und dasselbe kann aus einer lufttrocknen Bodenprobe auch leicht durch trocknes Absieben für diesen Zweck gewonnen werden. Bei der Wahl der obern Begrenzung von > 2 mm für Feinerde befinden wir uns auch in Übereinstimmung mit den Annahmen der geologischen Landesanstalt (vergl. Dr. F. Wahnschaffe „Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung, Berlin, 1887“ S. 23). Ferner dürfte sich

empfehlen, wie dies auch in meinem Antrage Berücksichtigung gefunden hat, den Ausdruck „Feinerde“ dem von „Feinboden“ vorzuziehen. Es wird damit einem möglichen Missverständnisse vorgebeugt, indem Knop unter „Feinboden“ etwas Besonderes, nämlich „geglühte Feinerde“ versteht. (Vergl. Knop, die Bonitierung der Ackererde. Leipzig, 1872 S. 115.)

5. Auch wenn eine mineralogische Untersuchung der Feinerde nicht stattfindet und also auch die abschlämmbaren Teile einer solchen nicht unterzogen werden, ist es doch unerlässlich erforderlich, die letzteren stets einer mikroskopischen Betrachtung zu unterziehen, weil die abschlämmbaren Teile keineswegs nur aus „Thon“ bestehen, sondern noch mehr oder weniger Quarzstaub einschliessen, mögen sie mit einem Schlämmapparat gewonnen sein, welcher Art er auch sei. Es ist wichtig für die Charakteristik des Bodens, dies zu beachten und namentlich zu berücksichtigen, in welchem Verhältnis eine Differenz von etwas stärkeren und feineren Körnchen wahrzunehmen ist.

Nach Eröffnung der Debatte erhält zunächst Dr. Baumert, welcher als Vertreter des landw. Institus der Universität Halle erschienen ist, das Wort. Derselbe wendet sich zunächst gegen die von den Bremer Beschlüssen für die verschiedenen Produkte der mechanischen Bodenanalyse vorgeschlagene neue Bezeichnungsweise, welche von den in landwirtschaftlichen Kreisen längst eingebürgerten Benennungen nicht nur erheblich abweicht, sondern auch geognostisch unzutreffend ist. Zum Beweise dessen legt der Redner Präparate von Bodenbestandteilen vor, welche nach der alten und neuen Bezeichnungsweise etikettiert sind. Es ergiebt sich daraus folgendes:

Was man bisher bezeichnet als	Körnergrösse mm	Soll nach den Bremer Beschlüssen benannt werden
Grober Kies	5—3	Steine
Feiner „	3—2	Steinkies
Grand	2—1	Grobkies
Grober Sand	1—0.5	
	1—0.4	Feinkies
Feiner „	0.5—0.25	
	0.4—0.2	Grobsand
Feinster „	< 0.25	
	0.2 >	Feinsand

Eine derartige Verschiebung der Begriffe würde in den Kreisen der praktischen Landwirte zu zahlreichen Irrtümern und Missverständnissen führen.

Die von den Bremer Beschlüssen in Vorschlag gebrachte Methode der mechanischen Bodenanalyse hat, wie Redner dann weiter ausführt, vor dem bisher üblichen Verfahren in Bezug auf leichte und schnelle Ausführbarkeit keinen Vorzug; das schwerwiegendste Bedenken aber ist, dass beim Durchwaschen des Bodens durch die feinen Siebe mittelst eines Pinsels einzelne Bodenteilchen zerkleinert, also wesentlich verändert werden.

Bezüglich des Punktes der Abänderungsvorschläge, wonach Herr Geheimrat Kühn zur Trennung der Feinerde von den gröberen Anteilen die Beibehaltung des 2 mm-Siebes empfiehlt, glaubt Redner keinen Widerspruch befürchten zu dürfen, weil kein zwingender Grund vorhanden sei, in der Landwirtschaft unter „Feinerde" etwas anderes zu verstehen, als die geologische Landesuntersuchung damit bezeichnet.

Nachdem Redner schliesslich noch die Vorzüge des einfachen und bequem zu handhabenden Kühn'schen Schlämmcylinders gegenüber dem von P. Wagner modifizierten Apparate hervorgehoben, empfiehlt er den vorliegenden Abänderungsantrag dringend der Berücksichtigung seitens der Versammlung.

Vorstehender Antrag wird zugleich mit dem von Fresenius gemachten Vorschlag,

> als Feinerde alles dasjenige zu bezeichnen, was durch ein 1 mm-Sieb geht, und diese Feinerde zur Untersuchung zu verwenden,

dem Bodenausschuss mit dem Ersuchen überwiesen, Herrn Geheimrat Kühn einzuladen, an den diesbezüglichen Verhandlungen teilzunehmen oder dazu einen Vertreter zu entsenden.

Im Anschluss hieran äussert sich Hilgard wie folgt:

Im Zusammenhang mit den Anträgen des Herrn Geheimrats Kühn und den Bemerkungen des Vorredners erlaube ich mir, der Versammlung einige Betrachtungen hinsichtlich der Methode und Resultate amerikanischer Bodenuntersuchungen vorzulegen mit der Hoffnung, dass der betr. Ausschuss dieselben in Erwägung ziehen und so eine Vereinbarung anbahnen möchte, die doch jedenfalls im Interesse beider Kontinente liegt. Wir haben bei uns die Gelegenheit zur Beobachtung jungfräulicher Böden und deren Vegetation,

welche als Resultat säkularer gegenseitiger Anpassung bestimmte Verhältnisse bezeichnet, die sich hier zu Lande, wo die natürlichen Bestände längst durch künstliche ersetzt worden sind und der Boden selbst seine ursprüngliche Natur zum Teil eingebüsst hat, überhaupt nur durch langjährige Erfahrung würde ergründen lassen. Die Beobachtung des natürlichen Pflanzenwuchses hat unsere Landwirte längst zu einer sehr bestimmten Methode der Bodenbeurteilung geführt, der gemäss der Kaufpreis und sogar der Besteuerungswert der Ländereien bestimmt wird. Es war naturgemäss und logisch, dass ich und Andere uns vorerst damit befassten, die physikalische und chemische Bodenbeschaffenheit, welche diese Vegetationsverhältnisse bedingt, zu ergründen. Dass die so erlangten Grundlagen dann auch da verwertet werden können, wo die Vegetation keine direkten Anhaltspunkte bietet, liegt auf der Hand; und auf diesem Wege hat bei uns die Bodenuntersuchung eine Rolle und einen praktischen Wert erlangt, welcher der ursprünglichen LIEBIG'schen Idee, eine Bonitierung des Bodens dem Landwirt so nützlich zu machen, als es die Erzprobe für den Metallurgen ist, nicht weit hintansteht. Nur muss die genaueste Beachtung der physikalischen, geognostischen, mineralogischen und pflanzlichen Verhältnisse des Bodens mit der chemischen Untersuchung Hand in Hand gehen. Mit Hinzuziehung dieser Daten gelingt es uns, der Beantwortung der folgenden, für den Ansiedler so äusserst wichtigen Fragen nahe zu treten: „Ist das Land überhaupt (unter obwaltenden wirtschaftlichen Verhältnissen) zur Kultur zu empfehlen? Für welche Kulturen ist es am besten geeignet? Wie lange wird es dabei ohne Düngung aushalten? und welcher Dünger wird demselben nachher zuerst zuzuführen sein?"

Auf Grund dieser unserer praktischen Erfahrung erlaube ich mir, Ihnen beispielsweise einige Punkte zu bezeichnen, in denen die Praxis der Deutschen Versuchs-Stationen unserem besten Wissen nicht ganz zu entsprechen scheint, und in Ermangelung einer genauen Kenntnis der offiziellen Vereinbarung Ihres Verbandes in Bezug auf Bodenuntersuchungen nehme ich das WAHNSCHAFFE'sche Werk über diesen Gegenstand als Grundlage meiner Bemerkungen.

Vorerst vermisse ich gar häufig bei der Erwähnung besonders der zu Kulturversuchen dienenden Böden eine ein-

gehendere Beschreibung derselben, aus der man ein klares Bild ihrer Eigenschaften entnehmen könnte. „Ein bindiger Lehmboden“, „ein sandiger Thonboden“ oder gar „ein Sandboden“, ohne die mindeste Andeutung, ob dieser Sand aus Quarz, Granitgrus, Dolomit oder sonstigem Gesteinsgetrümmer besteht, sind Ausdrücke, die ein zu wissenschaftlichen Versuchen dienendes Material doch kaum hinlänglich bezeichnen. Noch seltener, als die physikalischen und mineralogischen Eigenschaften, findet man die chemische Zusammensetzung anders, als etwa mit der Bezeichnung „Mergel- oder Kalk- resp. kalkarmer“ Boden angegeben. Das ist zwar eine sehr wichtige Angabe, aber quantitativ doch sehr unzulänglich, sofern je nach der Natur des Bodens grössere oder geringere Kalkmengen erforderlich sind, um die Bezeichnung eines „Kalkbodens“ zu rechtfertigen, denn in sehr leichtem Sandboden kann schon 0.1 % Kalk die Kalkvegetation bedingen, während in sehr thonigem Boden mehr als die fünffache Menge dazu kaum ausreicht. In Bezug auf Kali- und Phosphorsäuregehalt fehlen in der Regel alle Angaben; „humös“ wird der Boden genannt, wenn er dunkelfarbig ist, obgleich wir wissen, dass bei irgend bedeutender Färbung mit Eisenoxyd selbst ein hoher Humusgehalt dem Auge völlig entgehen kann.

Nächstdem scheint die Einhaltung bestimmter Anweisung zum Entnehmen der Bodenproben für eingehendere Untersuchungen dringend geboten, wenn die ohnedies mühsamen Untersuchungen zu greifbaren Resultaten führen sollen. Ich habe durch Aussendung solcher Anweisungen, in gemeinverständlicher Ausdrucksweise abgefasst, unzählige und ausserordentlich wichtige Aufschlüsse über Gegenden erhalten, die ich nicht selbst bereisen konnte, und dadurch der später erfolgenden systematischen Bodenaufnahme und Kartierung sehr wirksam vorgearbeitet. Ich sah neulich in einem deutschen Laboratorium eine lange Reihe Bodenproben in Arbeit, die dem Bericht nach ganz ohne bestimmte Regeln aufgenommen wurden und bei ihrer Untersuchung leicht zu völlig illusorischen Schlüssen führen können.

Was die physikalische Voruntersuchung von Bodenproben betrifft, so ist wohl in allen Fällen der KÜHN'sche Abschlämmcylinder als erster Schritt unentbehrlich; nur empfehle ich dabei den steten Gebrauch mehrerer bestimmter, successiver Geschwindigkeiten, was durch den Gebrauch derselben

MARIOTTE'schen Flasche mit Hahn und Gradbogen, die bei der eingehenderen mechanischen Analyse in Gebrauch kommt, zu erreichen ist. Man ist so imstande, die mineralogische Untersuchung, die in allen Fällen notwendig ist, mit bestimmtem Material auszuführen. Es bedarf wohl kaum der Erörterung, dass die mineralogische Zusammensetzung des „Sandes" von der höchsten Wichtigkeit für die Beurteilung des Bodens ist; dass z. B. die ausschliessliche Anwesenheit von Quarzkörnern in der Regel einen an Nährstoffen armen, ausgelaugten Boden geringer Fruchtbarkeitsdauer anzeigt, während die Anwesenheit von Feldspaten, Hornblendekörnern u. s. w. auf grössere Anhäufung der betr. Bodenbestandteile hinweisen, und die längere Dauer der Fruchtbarkeit durch Gesteinsverwitterung resp. Brache in Aussicht stellen. Die Unterlassung dieser einfachen und doch so massgebenden Untersuchung ist kaum verzeihlich. Auch ist es leicht, durch Beobachtung der beim Befeuchten und Kneten mit den Fingern sich ergebenden Erscheinungen der Farbenänderung, Durchdringlichkeit, Plastizität u. s. w. eine gute praktische Einsicht in die wesentlichen Eigenschaften eines Bodens rücksichtlich seiner Beackerung zu erlangen und dem Leser mitzuteilen.

Was die ausführlichere mechanische Analyse betrifft, so wird dieselbe für praktische Zwecke durch die obige einfache Untersuchung sehr häufig unnötig gemacht. Soll sie aber zu theoretischen oder praktischen Zwecken doch ausgeführt werden, so ist vor allem zu beachten, dass die Operation auch wirklich die mechanischen Bestandteile, wie sie bei der Kultur verbleiben, und nicht künstlich Erzeugtes engiebt. Die durch Kalkkarbonat, Silikate, Eisenhydroxyd etc. verkitteten Kornaggregate, die bei der Bodenbearbeitung als solche beharren, dürfen nicht durch Zerreiben oder Zerdrücken mit härterem Material, als etwa dem Gummipistill, zerstört werden. Ich würde daher den Vorschlag KÜHNS unterstützen, dass ausser dem Absieben nur das Kochen mit Wasser als Vorbereitung erlaubt werde.

Bezüglich der mechanischen Analyse selbst muss ich betonen, dass die vorwiegende Wichtigkeit der plastischen, kolloidalen Thonsubstanz die quantitative Abscheidung derselben schon an sich als notwendig erscheinen lässt, wie dies SCHLÖSING und ich gleichzeitig schon vor 20 Jahren erörtert

und beschrieben haben. Angesichts der bestehenden Vorschrift, dass alles bei 0.2 mm Geschwindigkeit abgeschlämmte Material als „Thonsubstanz“ anzuführen sei, erinnere ich, dass die wirkliche plastische, kolloidale Thonsubstanz einer Geschwindigkeit von 10.0023 mm entspricht, wenn man in einer Flüssigkeitssäule von 200 mm Höhe 24 Stunden absetzen lässt, und dass selbst dann noch pulverförmige, nicht plastische Stoffe bis zu 20 % darin enthalten sein können, während gröbere Korngrössen überhaupt aller Plastizität entbehren. Es hat aber keinen Sinn, Korngrössen bis zu 0.2 mm (also nahe 100 mal grösser, als die eigentliche Thonsubstanz) mit in dieselbe einzuführen und als solche zu wägen.

Es ist aber noch nicht einmal richtig, dass, wenn man das trübe Thonwasser mit 0.2 mm Geschwindigkeit abfliessen lässt, nur Korngrössen, wie sie in reinem Wasser mit derselben Geschwindigkeit abgehen würden, mit fortgeführt werden. Das trübe Thonwasser ist hydraulich ungleich wirksamer, als reines Wasser; je nach dem Thongehalt des Bodens kann es bei 0.2 mm Geschwindigkeit Korngrössen bis über 1 mm hydraulichen Werthes wegführen, und all' dies wird in solchem Falle der Thonsubstanz zugerechnet und erhöht deren Prozente zuweilen bis auf's Doppelte von dem, was wirklich die Plastizität und andere der wichtigsten Eigenschaften der Bodenarten bedingt!

Ich muss demnach die vorherige Abscheidung der kolloidalen Thonsubstanz nach der von Schlösing und mir beschriebenen Methode als conditio sine qua non einer auch nur annährend richtigen mechanischen Bodenanalyse beanspruchen, sofern solche Analysen zu theoretischen Erörterungen brauchbar sein sollen; und auch für die Praxis ist diese Abscheidung vielfach von hoher Wichtigkeit, so z. B. wenn die Mürbemachung eines schwer zu bearbeitenden Bodens in Frage steht.

Was die noch vielfach vorgeschriebene Bestimmung des Thones mittelst heisser Schwefelsäure betrifft, so erachte ich dieselbe als für die Praxis völlig zwecklos, da die Säure so tief eingreift, das alle Kaolinitsubstanz, und nicht nur die kolloidale Thonsubstanz, dadurch zersetzt wird. Der körnigschuppige Kaolinit hat für den Boden, was Plastizität betrifft, keine andere Bedeutung, als ebensoviel Kalk oder Graphit; es

liegt kein Grund vor, anzunehmen, dass die Plastizität des Bodens durch die Kulturarbeiten merklich vermehrt wird, und jedenfalls geschieht dies äusserst langsam. Das praktisch wichtige und richtige Mass der Bodenplastizität ist die kolloidale Thonsubstanz allein, und diese ist bis jetzt nur in der oben erwähnten Weise, eventuell durch nachfolgende Behandlung mit Schwefelsäure oder auch Salzsäure, zu bestimmen.

Um nun von den Verwaschungsapparaten zu reden, so habe ich schon 1873 ausführlich erörtert und seitdem mehrfach zur Sprache gebracht, dass eine richtige Scheidung der feinern Korngrössen, die vor allem nächst der Thonsubstanz die spezifischen Eigenheiten der Bodenarten bedingen, in konischen Röhren, wie die des Schöne'schen Apparates, überhaupt nicht zustande gebracht werden kann, weil die neben dem in der Röhrenaxe aufsteigenden Strom absteigenden Rückströme eine „Flockung kleiner Teilchen“ veranlassen, welche durch den Strom selbst nicht mehr aufgehoben wird und so je nach der Dauer der Operation einen verschieden grossen Teil der feinern Korngrössen erst mit dem viel gröbern zum Abfluss bringt. Das einzig mögliche Mittel, dies zu verhindern, ist die Zerstörung der flockigen Aggregate mittelst eines Rührapparates und das Aufsteigen des Verwaschungsstromes in cylindrischen Röhren. Der Gebrauch des von mir zu diesem Zwecke schon 1872 konstruierten und seitdem beständig gebrauchten Apparates bietet durchaus keine Schwierigkeit, und erlaubt die Herstellung beliebiger Absätze von so völliger Gleichförmigkeit, wie dies selbst bei der unendlich langweiligen Verwaschung in Cylindergläsern kaum zu erreichen ist. Niemand, der mit diesem Apparat einmal gearbeitet hat, wird freiwillig zu den ältern zurückgreifen; freilich aber muss derselbe auch richtig konstruiert sein und richtig gebraucht werden. Ohne die so ermöglichte Genauigkeit wird es noch lange dauern, ehe wir zu einem eingehenden Verständnis der Ursachen der jetzt scheinbar so rätselhaften Unterschiede in dem physikalischen Verhalten der Böden gelangen.

Die chemische Analyse betreffend, betone ich zuerst, dass, wenn uns die gefundenen Prozentgehalte irgend Anhaltspunkte zur Beurteilung des Bodens geben sollen, so viel als möglich alles nutzlose Material von der endlichen Summierung auszuschliessen ist. Wenn ein Sandboden 92 % reinen Quarz-

sand enthält, so ist die Einführung desselben in die Summierung einfach unnütz und kann nur dazu dienen, die wirklich wichtigen Resultate zu verdüstern. Dass überhaupt die feinsten Bodenbestandteile hauptsächlich zu der Ernährung der Pflanzen herangezogen werden, ist allgemein anerkannt, und ergiebt sich schlagend sowohl aus der landwirtschaftlichen Praxis, wie aus jeder Reihe rationeller Bodenanalysen.

Ich habe, von diesem Standpunkt ausgehend, schon vor 20 Jahren eine Untersuchung eines sehr „generalisierten“ Bodens, der in grosser Einförmigkeit von der Mündung des Ohio bis nahe zu der des Mississippi (gegen 700 Kilometer weit) verbreitet ist und die verwitterte Durchschnittsmasse der nordamerikanischen Morainenformation darstellt, vornehmen lassen.[1]) Die mechanische Analyse wurde mit destilliertem Wasser ausgeführt' und wurden die 5 feinern Absätze (Thonsubstanz = < 0.0023 mm, < 0.25 mm, 0.25 mm, 0.5 mm, 1 mm hydr. Wertes) der Analyse durch Digestion mit heisser Salzsäure unterworfen, und wurde nach derselben Methode auch die ursprüngliche Feinerde analysiert. Bei der Vergleichung dieser Analysen fand sich, dass von der „Thonsubstanz“ 75 % in Lösung gegangen waren; von der nächsten (zwischen 0.0023 und 0.25 mm hydraulischen Wertes liegenden) Korngrösse 20.52 %, von der Korngrösse 0.25 mm hydr. Wertes 10.32 %, von der 0.50 hydr. Wertes, 5.16 %, und endlich von der 1.0 mm hydr. Wertes (deren Durchmesser nicht ganz 0.05 mm beträgt) nur 36 %; und diese letzten Anteile bestanden fast ausschliesslich aus Thonerde und Kieselsäure. Hier hörte also wesentlich die Löslichkeit in Salzsäure bei einer Korngrösse auf, die 400 mal kleiner ist, als die von der gebräuchlichen Vorschrift angegebene (2 mm); die Einführung alle dieses gröbern Materials wäre also mindestens nutzlos.

Man kann nun freilich sagen, dass das für diesen Boden Ermittelte nicht allgemein gültig sein möge. Ich gebe das gern zu und wage dennoch zu behaupten, dass für alle Fälle 400 mal zu hoch gegriffen sein wird, und dass man für die Praxis der Bodenanalyse die kleinstmögliche Korngrösse zu wählen berechtigt ist. Da nun Siebe von 0.5 mm Lochweite ungefähr so

---

[1]) R. H. Loughridge, On the Distribution of Soil Ingredients among the sediments obtained in Silt Analysis. Amer. Journal of Science, Dezember 1873.

fein sind, dass man sie für die Praxis noch gut gebrauchen kann, so habe ich diese zum Durchsieben der für die chemische Analyse dienenden Feinerde stets benutzt, und gegen 1000 chemische Analysen jungfräulicher Böden Nordamerika's sind nach diesem Plan und nach einheitlicher Methode bis jetzt ausgeführt worden. — Indem ich also den Antrag Kühn's auf Verminderung der jetzt vorgeschriebenen Korngrösse von 2 mm unterstütze, möchte ich die Verminderung nicht nur auf 1 mm, sondern auf 0.5 mm empfehlen. Dies entspricht etwa 64 mm hydraulischen Wertes, und schon bei 1 mm desselben hatte bei der vorerwähnten Untersuchung die Auflösung praktisch aufgehört. Es versteht sich, dass man bei der endlichen Darstellung der analytischen Resultate sowohl den ganzen Boden, als auch nur die Feinerde heranziehen kann; zu beachten ist, dass bei grobkörnigen, sehr durchlässigen Böden die grössere Durchdringung und Ausbreitung des Wurzelsystems leicht der Pflanze ebensoviel Nährstoffe zugängig macht, als bei dichteren und zugleich reichhaltigeren Böden.

Hinsichtlich des zur Bodenanalyse anzuwendenden Lösungsmittels bedarf es wohl kaum der Erörterung, dass Aufschliessung mittelst Flusssäure viel zu weit geht, um irgend praktisch wertvolle Fingerzeige betreffs der Pflanzenernährung zu liefern. Andererseits steht kohlensäurehaltiges Wasser weit hinter dem zurück, was viele Pflanzenwurzeln vermittelst der in ihrem Safte enthaltenen Säuren an auflösender Kraft besitzen. Verdünnte Essigsäure kann zuweilen mit Vorteil zur ungefähren Bestimmung des fertiggebildeten Kalkkarbonates dienen. Im allgemeinen aber hat mich meine Erfahrung überzeugt, dass sonstiges Ausziehen mit verdünnten Säuren nur in speziellen Fällen von wesentlichem Nutzen sein kann, und dass wir bei der Bodenanalyse in der Regel am besten thun werden, wenn wir das Maximum der möglichen Wurzelwirkung der Pflanzen zu bestimmen anstreben. Dass dieses Maximum wohl zunächst bei der Oxalsäure zu suchen wäre, wird man natürlich finden; und da wir bei der Lawrence-Smith'schen Methode der Alkalibestimmung anstandslos sowohl Salpetersäure als Salzsäure durch freie Oxalsäure austreiben, so wären diese Säuren a priori wenigstens nicht als übertrieben stark wirkend zu betrachten. Ich habe die Sache später auch a posteriori untersucht und gefunden, dass, wenn nicht grosse Mengen Kalk und Magnesia

der Einwirkung Hindernisse in den Weg legen, Oxalsäure-Digestionen Resultate liefern, die von den mit Salzsäure erhaltenen nicht erheblich abweichen. Doch ist die Anwendung der Oxalsäure mindestens unbequemer, als die der wohlbewährten Salzsäure, und ich habe nun in Hinsicht auf diese untersuchen lassen, welche Konzentration und welche Dauer der Digestion erwünschte Resultate geben.[1])

Es ergab sich, dass Säure von 1.115 spez. Gew., wie dieselbe leicht und rein durch Dampfdestillation stärkerer oder auch schwächerer Säure zu erhalten ist, stärkere Wirkung ausübt, als die von 1.100 oder 1.160 spez. Gewicht. Ich habe daher jene Säure (1.115 spez. Gew.) ausnahmslos zu den unter meiner Leitung angestellten Bodenanalysen verwendet. Was die Dauer der Digestion betrifft, so zeigte dieselbe Untersuchung, dass nach 5tägiger Einwirkung eines Säureüberschusses im Dampfbade keine wesentliche Zunahme an wichtigen löslichen Teilen mehr stattfand, indem vom 5. bis zum 10. Tage wesentlich nur ein wenig Kaolinsubstanz in Lösung ging. Ich habe deshalb seither stets diese Frist innegehalten und bis jetzt keinen Grund gefunden, von derselben abzugehen. Im übrigen gebrauche ich die gewöhnlichen Methoden, doch mit der Vorsicht, dass alle zur Bodenanalyse dienenden Reagentien in dem Laboratorium selbst gereinigt oder bereitet werden. Speziell dürfen Salzsäure und Ammoniakwasser nicht über 6—8 Wochen alt sein; im Handel habe ich dieselben nie hinlänglich rein erhalten können. Oxalsäure zur Alkalibestimmung wird entweder durch Sublimation oder aus Oxaläthyläther dargestellt.

Ich habe den gewöhnlichen Bestimmungen übrigens noch eine weitere hinzugefügt, die sehr wichtige Schlüsse hinsichtlich der Bodenbeschaffenheit erlaubt. Es ist dies die Wägung der durch die Säure abgeschiedenen Kieselerde, durch Kochen des nach dem Abdampfen „unlöslichen Rückstandes" mit Natronkarbonatlösung, der nachher einige Tropfen Ätznatronlauge zugefügt werden, um die Abscheidung von Kieselerde bei der heissen Filtration zu verhindern. Vergleicht man die gefundenen Mengen Kieselsäure und Thonerde, so kann man leicht ermessen wie viel Kaolinitsubstanz (in welcher $SiO_2 : Al_2O_3$ nahe $= 46 : 40$) maximal zersetzt worden sein kann, indem man die Thonerde

---

[1]) R. H. Loughridge, a. a. O., 1873.

auf Kaolinit umrechnet. Überschüssige SiO_2 ist augenscheinlich auf andere leichtlösliche Silikate — Zeolithe, in manchen Fällen auch auf Talk — zurückzuführen, und man erhält so ein ungefähres Mass dieser wichtigen Bodenbestandteile. Umgekehrt habe ich auf diesem Wege bewiesen, dass in vielen Fällen die Kieselsäure bei weitem nicht ausreicht, um sich mit aller gefundenen Thonerde zu Kaolinit zu verbinden; sie beträgt oft weniger, als die Hälfte der Thonerde, und man ist dann genötigt, sich die letztere als im Hydratzustand gegenwärtig zu denken. Das häufige Erscheinen des Gibbsits in neueren Formationen erlaubt diese Annahme ohne Zwang, auch wenn eine andere Erklärung chemisch zulässig wäre. Dass nun in solchen Fällen das Thonerdehydrat in dem Boden die Rolle wirklich spielt, die van Bemmelen den von ihm untersuchten Hydrogelen zuschreibt, wäre unschwer zu beweisen. Es erhellt aber hieraus noch mehr, wie nutzlos die schon oben besprochene Thonbestimmung mittelst Schwefelsäure ist.

In noch einer wichtigen Hinsicht muss ich die Praxis für unzulässig halten, welche die Humusbestimmung durch (nasse oder trockene) Verbrennung betrifft. Jeder, der mechanische Bodenanalysen ausgeführt hat, weiss, wie ausserordentlich viele Wurzelfasern und andere unhumifizierte Pflanzenüberreste dabei zum Vorschein kommen. Diese werden bei der Verbrennungs Methode als Humus berechnet, obgleich sie oft die Hälfte des Glühverlustes ausmachen und in ihrem gegenwärtigen Zustand weder Humus sind, noch mit Sicherheit es werden (wie das in heissen Ländern wegen Eremacausis oft höchst zweifelhaft ist); ausserdem ist auch kein bestimmtes quantitatives Verhältnis bekannt, nach welchem sich unverweste Pflanzenreste in Humussubtanz umrechnen liessen. Die Bestimmung durch Verbrennung wechselt auch in ihrem Ergebnis noch mit der Jahreszeit und ist so häufig völlig illusorisch. Auch das Ausziehen mit fixen Alkalien (Natronlauge) greift viel zu tief und löst unhumifizierte Teile auf. Soll diese Bestimmung überhaupt wissenschaftlichen Wert haben und als Grundlage theoretischer Betrachtungen dienen, so giebt nur die Methode von Grandeau triftige und stets zutreffende Resultate. Die so aufgelöste „matière noire“ ist jedenfalls das Mass der wirklich fertig gebildeten und aktiven Humussubstanz; die unverwesten Teile dienen allerdings als Quelle von Kohlensäure, nehmen

aber keinen Anteil an den Absorptions- und Nitrifikationserscheinungen, die doch hauptsächlich die Wichtigkeit des Humus für die Kultur bedingen. — Ich enthalte mich weiterer Ausführungen über die praktishe Auslegung der Bodenanalysen, da ich dieselben schon mehrfach zum Druck gebracht und auch jetzt schon Ihre Geduld zu lange in Anspruch genommen habe.

Zu

6f der Tagesordnung:

Die 1891 in Halle beschlossenen Statutenänderungen werden debattelos angenommen.

Da aus Zweckmässigkeitsgründen

Punkt 6c und 8 der Tagesordnung

verschmolzen und erst nach Erledigung der übrigen Gegenstände zur Beratung gestellt werden sollen, so erstattet nunmehr K. Müller zu

Punkt 9

nachstehendes Referat:

Über ein einheitliches Verfahren bei Untersuchung der Kalidünger, event. Wahl eines Ausschusses zur Vorbereitung der Frage für die nächstjährige Versammlung.

Im August d. J. hatten, auf Veranlassung des Verkaufs-Syndikats der Kaliwerke, die Vertreter des Gesamtausschusses der Kaliwerke, des Verkaufs-Syndikates, der Kaliwerke, dem Verkaufs-Syndikat zugehörigen chemischen Fabriken und des Syndikats-Laboratoriums nach stattgefundenen Berathungen die in der Stassfurter Kali-Industrie gebräuchlichen Untersuchungsmethoden festgelegt[1]) mit der Absicht, ähnliche Vereinbarungen für die Untersuchung der Kalisalze herbeizuführen, wie solche zwischen den landw. Versuchs-Stationen und den Düngerfabrikanten für die Stickstoff- und Phosphorsäurebestimmungen bestehen.

Die oben gedachten Verhandlungen waren der Ausgangspunkt von Beratungen in der Sitzung der Düngerkommission am 30. Oktober d. J. in Hildesheim.

---

[1]) Verhandlungen über die Untersuchungsmethoden der Kalisalze in Leopoldshall-Stassfurt am 9. August 1892.

Die Versammlung brachte dort zum Ausdruck, dass es erforderlich sei, zu Kalibestimmungen reines Platinchlorid, welches insbesondere frei von Iridiumoxyd, Platinchlorür, Salpetersäure und Schwefelsäure sei, zu verwenden.

Das Platinchlorid ist mittelst reinen Chlorkaliums zu prüfen.

Bezüglich der Vorbereitung der zu untersuchenden Proben zur Analyse beschloss die Versammlung, bei der zur Zeit in den Versuchs-Stationen üblichen Vorbereitung zu bleiben.

Die Untersuchung der Proben soll durchweg so ausgeführt werden, dass 20 g Substanz auf 1 l gelöst, 100 ccm dieser Lösung mit 10 ccm Salzsäure und Chlorbarium zum Fällen der Schwefelsäure versetzt werden und das Gemisch auf 2000 ccm aufgefüllt und filtriert wird. Der geringe Überschuss von Chlorbarium braucht nicht entfernt zu werden; dagegen ist die Schwefelsäure unter allen Umständen auszufällen.

Zum Fällen mit Platinchlorid werden vom Filtrat verwendet:

a)	bei Kainit	100 ccm	= 1	g	Substanz
b)	„ Carnallit	100 „	= 1	„	„
c)	„ Bergkieserit	100 „	= 1	„	„
d)	„ Sylvinit	50 „	= 0.5	„	„
e)	„ schwefels. Kali	25 „	= 0.25	„	„
f)	„ schwefels. Kali-Magnesia	50 „	= 0.5	„	„
g)	„ Chlorkalium	25 „	= 0.25	„	„
h)	„ calcinierten Düngesalzen	50 „	= 0.5	„	„

Die mit Platinchlorid versetzte Lösung soll zur Trockne eingedampft, mit einigen Tropfen Wasser angefeuchtet und abgekühlt werden. Der zu verwendende Alkohol soll 96 proz. sein. — Der Kaliumplatinchlorid-Niederschlag ist mit Hülfe eines durchlöcherten Porzellantiegels, der nach Gooch beschickt ist, abzufiltrieren; er wird bei 120° C. getrocknet und gewogen.

Wasserbestimmmung. 10 g der Probe werden im bedeckten Platintiegel über kleiner Flamme ca. 10 Minuten bei dunkler Rotglut erhitzt.

Bei chlormagnesiumhaltigen Salzen ist die Probe mit frisch ausgeglühtem Ätzkalk zu überschichten. Hinsichtlich der Bestimmung des Natriums und des Magnesiums beschliesst die Versammlung, bei den z. Z. in den Versuchs-Stationen gebräuchlichen Methoden zu verbleiben.

Weiteren Prüfungen soll die Entscheidung darüber vorbehalten bleiben,

1. welche Faktoren zur Berechnung des Gehaltes an Chlorkalium, schwefelsaurem Kali, bezw. Kali aus dem gefundenen Kaliumplatinchlorid anzuwenden seien;
2. ob es berechtigt sei, bei der Analyse des Kaliumsulfats in dem schwefelsauren Kali und der schwefelsauren Kali-Magnesia eine Korrektion anzubringen.

Obwohl in den Hauptpunkten zwischen den Vertretern der Kaliindustrie und dem Düngerausschuss Übereinstimmung herrschte, liessen neuere mündliche Verhandlungen mit ersteren Herren erkennen, dass auch in der Detailausführung der Stassfurter Abmachung mancherlei enthalten sei, dem vom Standpunkte der Stassfurter Chemiker eine wesentliche Bedeutung nicht abzusprechen ist.

Aus diesen und noch manchen anderen Gründen erscheint es notwendig, den vorliegenden Gegenstand durch einen Ausschuss, bestehend aus dem Düngerausschuss des Verbandes und Herren der Stassfurter Industrie, weiter beraten und bearbeiten zu lassen, um dann im nächsten Jahre die gewonnenen Ergebnisse der Verbandsversammlung zu unterbreiten.

Hierzu äussert sich Meissl folgendermassen: Das wichtigste bei der Kalibestimmung ist wohl ein reines Platinchlorid, das aber durchaus nicht immer leicht zu beschaffen ist. Ausser den schon erwähnten Verunreinigungen, wie Jridium, Platinchlorür und Salpetersäurereste, enthält das $PtCl_4$ mitunter auch noch H_2SO_4 und $AgCl$. Letzteres ist in konzentriertem $PtCl_4$ löslich und scheidet sich daraus beim Verdünnen mit Wasser ab. Ferner kommt häufig $PtCl_4$ vor, das sich nach dem Eindampfen zur Sirupdicke und Erstarren in der Kälte nicht mehr ohne Rückstand in Alkohol löst.

Was die Ermittlung des Kalis durch Auswägen des K_2PtCl_6 oder des Pt betrifft, so geben nach unseren Erfahrungen beide Verfahren bei sorgfältiger Arbeit gute und übereinstimmende Resultate, doch scheint mir das Auswägen des Pt sicherer zu sein. Jedenfalls ist beim direkten Wägen des K_2PtCl_6 leichter ein Fehler zu begehen, und zwar zumeist ein solcher, dass zu viel gefunden wird. Das Wägen des K_2PtCl_6 auf einem getrockneten Filter, wie es seitens der Kaliwerke vorgeschlagen wird, ist immer etwas missliches, das sich aber umgehen lässt. Dagegen ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass bei Gegenwart von viel $NaCl$ zu wenig $PtCl_4$

zugesetzt wird, in welchem Falle beim K_2PtCl_6 etwas NaCl, das ja in Alkohol nicht löslich ist, zurückbleibt. Ferner findet nach unseren Erfahrungen bei Gegenwart von grösseren Mengen von $MgCl_2$, $BaCl_2$, $CaCl_2$ u. s. w. beim Auswaschen der Platindoppelsalze derselben mit Alkohol leicht eine teilweise Dissociation der Platindoppelsalze statt. Dies alles lässt sich vermeiden, wenn man zu Pt reduziert und dieses auswägt. Wir reduzieren in einer weiten Eprouvette im Leuchtgasstrome, kochen das Pt dann mit Wasser unter Zusatz von etwas Salzsäure aus, filtrieren, glühen und wägen. Das Nähere hierüber ist zu entnehmen aus dem Referate des Adjunkten der Wiener Versuchs-Station, Wolfbauer, für den internationalen landwirtschaftlichen Kongress in Wien 1890, abgedruckt im Heft No. 144 der Kongress-Verhandlungen, betitelt: „Die Bestimmung des Kalis in den Düngern" (Verlag der k. k. Landw.-Ges. in Wien), auf welche Publikation ich überhaupt gerne bezüglich der Kalibestimmung Ihre Aufmerksamkeit lenken möchte. Betreffs der Faktoren, welche zur Umrechnung des K_2PtCl_6 oder des Pt auf Kali verwendet werden sollen, finden sich in der eben erwähnten Publikation ebenfalls eingehendere Erörterungen; ich möchte nur bemerken, dass wir die von Fresenius [1]) empfohlene verwenden. Aus den kurz angedeuteten Gründen möchte ich bitten, bei der Ausarbeitung der Methoden zur Kalibestimmung auch die Auswägung als Pt in Berücksichtigung zu ziehen und dieselbe wenigstens für Schiedsanalysen zu empfehlen. Wenn man darauf eingerichtet ist, kommt man beim Auswägen als Pt mindestens ebenso rasch zum Ziele, als beim Auswägen als K_2PtCl_6, gewöhnlich sogar rascher.

An diese Ausführungen Meissels schlossen sich die folgenden Hilgards über denselben Gegenstand:

Die Wägung des Platindoppelsalzes giebt zwar in geübten Händen gute Resultate, besonders im Goochtiegel; indessen ist die Wägung von Filtern immer etwas misslich und kann je nach der Übung des Arbeiters und dem Feuchtigkeitsgrad der Luft zu ziemlich bedeutenden Fehlern Anlass geben. Ich ziehe daher die Wägung des reduzierten Platins vor und führe dieselbe in folgender Weise aus:

Es dient dazu ein kleiner, nur zu diesem Zwecke benutzter Platintiegel, dessen Innenseite etwa zur Hälfte, von

---

[1]) Zeitschr. f. anal. Chemie, Bd. XXI, S. 234.

dem Boden aus, mit einer Schicht von Platinschwamm überzogen ist; was durch vorsichtige Zersetzung einiger Decigramme des Platindoppelsalzes, bei seitlicher Neigung und zeitweiligem Umdrehen, in einer Viertelstunde zu erreichen ist. Der Platinschwamm befördert die Zersetzung des Doppelsalzes so sehr, dass dieselbe rasch und ruhig (doch bei aufgelegtem Deckel) bei verhältnismässig niedriger Temperatur vor sich geht. Ist sie beendet, so erhitzt man stark und anhaltend, um den gebildeten Platinschwamm so zusammenhängend zu erhalten, dass bei dem nachherigen Auswaschen durch Dekantieren nichts davon an die Oberfläche steigen und so zu Verlust Anlass geben kann. Bei dem letzten Glühen wird der grösste Teil des KCl verflüchtigt. Nach dem Erkalten werden etwa zwei Tropfen konzentrierter Salzsäure in den Tiegel gegeben; zeigt sich beim Erwärmen die geringste gelbe Färbung, so wird die Säure abgedunstet und das Glühen wiederholt, wobei etwas Oxalsäure zugesetzt werden kann. In der Mehrzahl der Fälle rührt indessen die Gelbfärbung von einer Spur Eisenchlorid her und erscheint auch nach dem zweiten Glühen bei Salzsäurezusatz wieder. Man wäscht dann durch wiederholtes Dekantieren' bei einseitigem Erwärmen des Tiegels bis zur Siedhitze, aus, glüht und wägt.

Es ergiebt sich hierbei der Vorteil, dass man ohne weitere Mühe das reduzierte Metall völlig von etwa niedergerissenen Erdsalzen etc. reinigt, auch etwa unverbunden gebliebenes und von dem Alkohol ungelöst gelassenes Chlornatrium ausgezogen wird, ohne zu Irrungen Anlass zu geben. Thatsächlich stellen sich die so erhaltenen Resultate fast immer etwas niedriger, als die durch Wägung des Doppelsalzes erreichten, und das zuerst abgegossene saure Waschwasser enthält in der Regel Spuren von Erden und fast ausnahmslos etwas Chlornatrium. Schon aus diesem Grunde halte ich diese Methode bei der raschen und leichten Ausführbarkeit, auch durch ungeübte Hände, für besser, als die direkte Wägung des Doppelsalzes. Korrektion für Filterasche ist unstatthaft, weil dieselbe (einschliesslich der Kieselsäure als Alkalisilikat) vollständig in Lösung geht.

Von dem in dem Tiegel sich ansammelnden Platinschwamm entfernt man zweckmässig nach jeder Operation den nicht anhaftenden Teil; im übrigen ist die Zersetzung um so leichter und vollständiger, je länger der Tiegel in Gebrauch gewesen ist.

Hierauf wird der im Sinne des Schlusssatzes seiner Ausführungen gehaltene Antrag Müllers einstimmig angenommen.

Maercker bringt die unter

Punkt 10 der Tagesordnung

berührten Vorschläge der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, betr. Stalldünger-Konservierungsversuche, zur Sprache, über die Vogel-Berlin nachfolgendes bekannt giebt:

Im Anschluss an die von der D. L.-G. in der Praxis im Laufe der nächsten vier Jahre auszuführenden Versuche über Stallmist-Konservierung, für welche erhebliche Summen bewilligt sind, hält es die D. L.-G. für wünschenswert, dass von Seiten landw. Versuchs-Stationen ähnliche Versuche im kleinen bezw. im Laboratorium angestellt werden, bei welchen die in der Praxis unvermeidlichen Fehlerquellen vermieden werden. Es ist hierfür eine Subvention von je 1000 M. für den Versuchsansteller in Aussicht genommen, und sind diesbezügliche Anmeldungen baldigst der Düngerabteilung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft einzureichen. — Der Verband nimmt hiervon Kenntnis.

Atwater befürwortet hiernach ein internationales engeres Zusammengehen der Versuchs-Stationen und beantragt die Bildung einer internationalen Kommission. — Auf Antrag Maerckers wird dies dankbar zur Kenntnis genommen und dem Vorstand zur weiteren Behandlung übergeben.

Zu

6e der Tagesordnung:

Zweite Lesung der Hallenser Beschlüsse, betr. die Samenprüfungen, und zu 8: Einrichtung der Samenkontrole nach allgemeinen Grundsätzen, (Referent: Eidam) wird beschlossen:

Zu 1. Einzufordernde Samenmenge. — Dieselbe darf bei Weiss- und Bastardklee nicht unter 100 g betragen, bei allen übrigen auf Cuscuta zu prüfenden Kleearten; bei Timotheegras ebenfalls nicht unter 100 g, sobald ein formelles quantitatives Gutachten verlangt wird.

Zu 2. Engere Mittelprobe. — Es soll dieselbe auch beim Fuchsschwanzgras, Goldhafer und Rispengras, sowie bei der Drahtschmele nur 2 g betragen. — Angenommen.

Zu 3. Echtheit. — Der Vorsitzende verliest eine Zuschrift von Prof. Dr. KIRCHNER-Hohenheim, wonach seitens einzelner Versuchs-Stationen gegenüber den Einsendern behauptet worden sei, man könne die Herkunft von Saatwaren, z. B. eines Rotklees, nicht feststellen. Wenn dies auch nicht immer gelinge, so sei doch wieder in anderen Fällen die Herkunft einer Saatware mit ganzer Sicherheit zu bestimmen.

Der Vorsitzende tritt dem bei. Die Unterscheidung von Klee- und Luzernesamen europäischer und amerikanischer Herkunft können durch die botanische Bestimmung der begleitenden Unkrautsamen meist leicht und sicher bewirkt werden, und selbst Gemische lassen sich auf diese Weise in der Regel als solche erkennen.

BURCHARD-Hamburg fügt den längst bekannten Charaktersamen für amerikanischen Klee noch einige weitere Arten hinzu, welche der Vortragende durch die Kultur von Samen aus Saaten bekannter Herkunft bestimmt hat, und über welche er demnächst eingehender berichten wird.[1]) Es sind dies Plantago aristata *Mchx.*, Lepidium virginicum *L.*, Specularia perfoliata *Dec.* in nordamerikanischen, Nicandra phisaloides *Gärtn.*, Calandrinia procumbens *Moris.* in südamerikanischen Staaten. Cephalaria transsylvanica *R. S.* wurde in südeuropäischen, siebenbürgischen und italienischen Saaten bisweilen massenhaft gefunden und lieferte bei der Kultur in Hamburg im Spätherbst zwar völlig ausgewachsene und zahlreich blühende Pflanzen, nicht aber reife Samen.

Ferner enthält nach NOBBE amerikanischer Klee vielfach die Samen von Plantago Rugelii und Digitaria filiformis *Mhrbg.*, während in Saatwaren russischer Abstammung neben gewissen wiederkehrenden Unkrautarten häufig Schwarzerde-Klümpchen zu finden sind. Nach EIDAM kommt in südosteuropäischen Saatwaren als charakteristische Verunreinigung Silene dichotoma *Ehrh.* vor, was von NOBBE bestätigt wird.

Zu 5. Reinheit. — Der Vorsitzende und EIDAM machen Mitteilungen über verschrumpfte Samen und deren Gebrauchswert.

NOBBE beantragt, die einzelnen Fremdkörper einer Probe nur in ganz bestimmten Fällen ihrem Gewicht nach festzustellen. — Angenommen.

---

[1]) Landw. Vers.-Stat., Bd. XLI, S. 449.

Die Bestimmung des Volumgewichtes soll auf Vorschlag NOBBE's mit Hilfe des neueren 1 Liter-Apparates der Kaiserl. Normal-Aichungs-Kommission und nur mit reinen und grannenfreien Samen ausgeführt, das absolute Gewicht der letzteren aber mit 3×1000 Körnern von durchschnittlicher Beschaffenheit ermittelt werden.

Zu 8. Keimbett. — STEFFEK hat vergleichende Versuche mit Papier und Sand angestellt und völlige Übereinstimmung hinsichtlich der Keimungsenergie und Keimdauer beobachtet.

Zu 9. Temperatur. — Der Vorsitzende empfiehlt, intermittierende Temperatur auch auf Beta und Alopecurus wirken zu lassen. — Angenommen.

BURCHARD schlägt vor, auch Morus unter diejenigen Samen aufzunehmen, welche bei intermittierender Erwärmung zu prüfen sind. Seine Versuche mit Morus alba und nigra haben ergeben, dass bei 20° konstant nicht die Hälfte der Samen keimen, welche sich bei täglich 6-stündiger Erwärmung auf 30° als energisch keimfähig zeigen. Für die Keimungsenergie schlägt er für diese Samengattung eine Dauer von 7 Tagen, für die Dauer des Keimversuches 21 Tage vor. — Angenommen.

Zu 10. Zeitdauer des Keimversuchs. — EIDAM empfiehlt nochmals für Serradella und Esparsette eine 14-tägige Keimdauer. — Angenommen. — Dagegen wird der schriftliche Antrag, die Keimdauer für Pinus Strobus und Obstkerne auf 90 Tage zu erhöhen, abgelehnt, desgleichen der Antrag, bei Kleearten ein Drittel der beim Abschluss des Keimversuchs noch ungequollenen Kleesamen den gekeimten hinzuzuzählen.

Zu 12 (Beta), Absatz 2. — Der Vorsitzende konstatiert, dass bei Überrechnung der Zahl der Keimpflänzchen auf 1 kg nicht bloss das Mittelgewicht der 3×100 zur Keimung angesetzten Knäule, sondern dieses plus dem von weiteren 2000 Durchschnittsknäulen zu Grunde gelegt werde. Die Einzelwägung der je 100 Knäule habe vornehmlich den Zweck, etwaige Differenzen der 3 Parallelversuche in der Zahl der gewonnenen Keimpflanzen mit dem Gewicht der Knäule im Einzelversuch in Beziehung setzen zu können.

Schluss der Sitzung $5^1/_2$ Uhr Abends.

DIETZELL. PFEIFFER. ULBRICHT.

Personal-Notizen.

50jähriges Doktor-Jubiläum Emil von Wolff's.

Am 21. März d. J. waren 50 Jahre verflossen, seit Professor Emil von Wolff an der Universität zu Berlin (21. März 1843) zum Doktor philosophiae und Magister artium liberalium promoviert worden ist.

Eine so seltene, dem ersten Leiter der ältesten Versuchs-Station (Möckern 1851) beschiedene Gedächtnisfeier konnte nicht verfehlen, die warme Teilnahme der weitesten Kreise anzuregen, welchen das unermüdliche, zweckbewusste und fruchtbare Wirken des allverehrten Jubilars im Dienste des landwirtschaftlichen Versuchswesens bekannt ist.

Der „Verband landwirtschaftlicher Versuchs-Stationen im Deutschen Reiche" hat infolge einstimmigen Beschlusses des Vorstandes, unter freudiger Zustimmung der Mitglieder aus dem gegebenen Anlass seinen ehrwürdigen Senior zum Ehrenmitgliede des Verbandes ernannt, worüber demselben ein von dem Kalligraphen Hilmar Kriebel in Dresden geschmackvoll ausgeführtes Diplom nebst Glückwunschschreiben durch unser Mitglied, Professor Dr. Kirchner in Hohenheim, im Auftrage des Verbandes ausgehändigt wurde.

Die Akademie Hohenheim hat den Ehrentag ihres langjährigen Lehrers als einen hervorragenden Dies festivus begangen. Schon einige Tage zuvor — der einfallenden akademischen Ferien halber — wurde dem Jubilar von den Studierenden ein Fackelzug dargebracht, welcher nach Berichten von Augenzeugen in der prächtigen Landschaft an dem schönen Frühlingsabend einen überaus malerischen Eindruck hervorbrachte, und an den sich der übliche solenne Kommers unter Beteiligung der Studierenden, Professoren und Beamten der Akademie anschloss.

Am Morgen des 21. März wurden zunächst vom Lehrerkonvente die Glückwünsche dargebracht, wobei Direktor von Vossler das von der philosophischen Fakultät der Universität Berlin erneuerte Doktordiplom, dann eine künstlerisch ausgeführte Adresse des Lehrerkonventes und eine vom „Klub der Landwirte" in Berlin gewidmete überreichte.

Darauf folgte Professor Dr. Kirchner mit dem Ehrendiplom des „Verbandes der Versuchs-Stationen".

Hierauf Abordnungen der staatswissenschaftlichen (deren Ehrendoktor von Wolff ist) und der naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Tübingen. Professor Lorey als Dekan der ersteren brachte ein Glückwunschschreiben.

Ökonomierat Stirm von Stuttgart gratulierte im Namen der „Vereinigung Württembergischer Landwirte".

Es folgten die Angestellten der Hohenheimer Versuchs-Station, die Beamten Hohenheims, eine Deputation der Studierenden und eine des Kirchengemeinderates.

Die Hohenheimer Damen übersandten eine prachtvolle Jardinière mit Blumen.

Von bemerkenswerten Glückwünschen gingen ferner ein: Die Glückwünsche Sr. Majestät des Königs, welche im Allerhöchsten Auftrage von dem Herrn Kultusminister schriftlich übermittelt wurden; Adresse der landw. Hochschule zu Berlin; Schreiben der Kgl. Württ. Centralstelle für die Landwirtschaft.

Darauf Festessen im Balkonsaale des Schlosses. Rede des Direktors auf Prof. von Wolff. Des letzteren Antwort Professor Lothar von Mayer (Tübingen) lieferte eine humoristische, geistvolle Analyse des Jubilars. Landoberstallmeister von Hofacker sprach den Dank der Schüler von Wolffs aus.

Die ganze Feier nahm einen sehr schönen Verlauf.

Die Rüstigkeit und Seelenruhe, mit welcher der Gefeierte sämtliche festlichen Veranstaltungen ohne sichtliche Anstrengung überstanden, lässt seinen zahlreichen Freunden die zuversichtliche Hoffnung, dass ihm noch eine lange Reihe von Jahren des Wirkens und Lebensgenusses beschieden sein werde.

Das Antwortschreiben, mittelst dessen Professor von Wolff die Ernennung zum Ehrenmitgliede des Verbandes annimmt, lautet wie folgt:

Der Verband landwirtschaftlicher Versuchs-Stationen im Deutschen Reiche

hat zu der am 21. März d. J. stattgefundenen Feier des 50. Gedächtnistages meiner Doktor-Promotion die herzlichsten Glückwünsche mir dargebracht und aus diesem Anlass mich zum Ehrenmitgliede ernannt. Für diese grosse, mich freudig überraschende Auszeichnung, sowie für das darauf bezügliche, prachtvoll ausgestattete Diplom sage ich meinen innigen, tiefgefühlten Dank und bitte alle Mitglieder des Verbandes, auch für die Zukunft stets Ihre wohlwollende Gesinnung mir zu bewahren.

Wenn es in meinem langen Lebenslaufe mir gelang, an den Fortschritten der Agrikulturchemie in bescheidener Weise mitzuwirken und somit zur festeren Begründung eines rationellen Betriebes der Landwirtschaft einige Beiträge zu liefern, — so habe ich das einem gütigen Geschick zu danken, welches mich schon sehr frühzeitig mit der Landwirtschaft in Verbindung brachte und auf der Versuchs-Station in Möckern, sowie durch meine, vor fast 40 Jahren erfolgte Berufung nach Hohenheim einen so schönen Wirkungskreis mir zuteil werden liess. Ich hoffe, dass es mir vergönnt sein möge, noch einige Zeit in gleicher Richtung wie bisher fortzuwirken, und rechne dabei auf die gütige Nachsicht meiner Kollegen und Fachgenossen.

Hohenheim, den 25. März 1893.

Mit aufrichtiger Verehrung
Professor Dr. Wolff.

Die goldene Liebig-Medaille wurde von dem Kuratorium der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu München bestehenden Liebig-Stiftung dem Professor an der landw. Abteilung der Kgl. technischen Hochschule, Herrn Dr. M. E. Wollny in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Förderung der Agrikulturphysik verliehen.

Herr Professor und Magister George Thoms, Vorstand der landwirtschaftlichen Versuchs-Station zu Riga, hat mittelst öffentlicher Disputation an der Kaiserlichen Universität zu Dorpat am 12. Dezember 1892 den Doktor-Grad erworben.

Dem Vorstande der Königl. landwirtschaftlichen Versuchs-Station zu Möckern, Herrn Professor Dr. O. Kellner, wurde vom Könige von Sachsen der Titel „Hofrat“ in der 4. Hofrangklasse verliehen.

Berichtigung.

Band XLI S. 433 Z. 7 v. o. statt „40.5“ ist zu lesen „39.5“.
„ „ „ 436 „ 4 „ „ „ „43.1“ „ „ „ „37.1“.

Beiträge zur Erforschung der Käsereifung.

Von

Dr. FRITZ BAUMANN.

(Hierzu Tafel I.)

Das Wichtigste aus der einschlägigen Literatur.

Im Jahre 1875 wurde von FERDINAND COHN zum ersten Mal die Ansicht ausgesprochen, dass die Reifung der Käse unter dem Finfluss von Mikroorganismen vor sich gehe. Er[1]) schreibt:

> „Das Reifen der Käse, durch welches die weisse, fade, süsse Käsemasse erst allmählich ihren pikanten Geschmack und Geruch, ihre durchscheinende Konsistenz, gelbe Farbe u. s. w. erlangt, dies halte ich für eine echte Gärung, welche unter dem Einfluss von Fermentorganismen (Zymophyten) steht."

Veranlasst, sich mit dieser Frage zu beschäftigen, wurde COHN durch eine Arbeit BASTIANS, in welcher dieser die Urzeugung bewiesen zu haben glaubte. BASTIAN kochte einen Absud aus weissen Rüben unter Zusatz von etwas Käse 10 Minuten, verschloss dann das Gefäss hermetisch und konnte trotzdem nach Verlauf von 3 Tagen eine beträchtliche Bakterienwucherung konstatieren.

COHN wiederholte den Versuch mit denselben Ergebnissen, wies aber in seinen Schlussfolgerungen darauf hin, dass die Annahme BASTIANS nur unter der Voraussetzung zutreffe, dass in dem Rübenkäsedekokt von vornherein keine Bakterien gewesen wären, welche die Temperatur der Versuchszeit hätten überdauern können. Da COHN nicht annehmen konnte, dass solche widerstandsfähige Organismen in den weissen Rüben vorhanden wären, weil sich sonst auch andere frische Pflanzengewebe durch Kochen nicht konservieren liessen, musste er den Grund der beobachteten Erscheinungen in dem andern vorhandenen Stoffe, in dem Käse, vermuten.

---

[1]) COHN, Beiträge zur Biologie der Pflanzen, 3. Heft, pag. 192.

Er unterrichtete sich nun über die Bereitung der Käse, untersuchte dann das zum Verkäsen der Milch in Anwendung kommende Lab und wurde zu dem Schlusse geführt, dass die Käsegärung durch ein „organisiertes Ferment“, d. h. durch gewisse Bakterienarten zustande käme, welche der Milch gleichzeitig mit der Labflüssigkeit zugeführt und durch die beim Käsen vorzunehmenden Verrichtungen gleichmässig in der Flüssigkeit verteilt würden.

Cohn glaubte, dass die Labbacillen, wie er dieselben nennt, zu den Organismen gehören, die er unter der Art „Bacillus subtilis“ zusammengefasst und beschrieben hatte. Im Verlaufe unserer Untersuchungen werden wir Gelegenheit finden, uns näher mit der Kritik der Cohn'schen und der anderen Arbeiten zu beschäftigen.

Als nächste interessante Veröffentlichung auf diesem Gebiete wäre eine Arbeit des französischen Chemikers Duclaux zu erwähnen, die in Form einer Broschüre unter dem Titel: „Fabrication, maturation et maladies du fromage du Cantal“ erschien und über die Fleischmann[1]) referiert. Der Verfasser bestätigt den zuerst von Cohn ausgesprochenen Satz, dass die Käsereifung unter dem Einfluss von Mikroorganismen vor sich gehe, geht dann im weiteren auf die bei der Käsereifung stattfindenden chemischen Veränderungen ein und beweist, dass frische, unter sorgfältiger Abhaltung von Keimen ausgemolkene Milch durch Fällung mit Essigsäure ein Kaseïn liefert, das, geschützt vor Keimen, selbst bei höherer Wärme keinerlei Veränderungen erfährt, wie man sie in der Praxis an dem zum Verkäsen verwendeten Käsestoff wahrnimmt. Nach seinen bakteriologisch-chemischen Untersuchungen, die er an dem französischen Käse „du Cantal“ oder „de la Guiole“ ausführte, unterscheidet er sechs verschiedene, bei der Reifung der Käse in verschiedenem Grade beteiligte „organisierte Fermente“, nämlich:

1. ein „Ferment“ der geistigen Gärung,
2. ein „Milchsäureferment“,
3. ein „Buttersäureferment“,
4. ein „Harnstoffferment“,
5. einen Kettenvibrion (vibrion chainette) und
6. ein „Ferment“, das er als Filement coudé beschreibt.

---

[1]) Milchzeitung 1879, pag. 724. und 740.

Den vier erstgenannten „Fermenten“ soll bei der Reifung der Käse eine untergeordnete Rolle zukommen, weshalb sie Duclaux nicht näher beschreibt. Den beiden letztgenannten aber schreibt er wegen ihrer Fähigkeit, die Eiweissstoffe anzugreifen, zu lösen, eine besondere Wichtigkeit zu. Er behauptet, dass sie die ganze Reihe von Erscheinungen bedingen, die bei der richtigen Reifung sowohl, als auch bei dem unerwünschten Verlauf, den die Reifung der Käse zuweilen gewinnt, beobachtet werden.

Der als Kettenvibrio beschriebene Mikroorganismus stellt eine gleichförmige Kette von 8—10 cylindrischen, fadenförmigen Gliedern dar und ist fakultativ ärob, resp. anärob. In Milch eingeimpft veranlasst er eine lebhafte Entwickelung von Gas, welches aus einem Gemenge von Kohlensäure und Wasserstoff zu fast gleichen Teilen besteht. Den Milchzucker und das Fett lässt diese Gärung unberührt, dagegen verwandelt sie den Käsestoff in ein Albuminoid, das in schwachsaurer Flüssigkeit selbst in der Hitze löslich bleibt, aber in neutraler Flüssigkeit durch Aufkochen niedergeschlagen wird. In sehr kleinen Mengen tritt noch nebenbei Ammoniumbutyrat und freie Buttersäure auf, welche der Flüssigkeit eine saure Reaktion verleiht. In geblähtem, also missratenem und unverkäuflichem Cantalkäse, der reichliche Mengen von Ammoniumbutyrat enthielt, konnte Duclaux üppige Wucherungen des Kettenvibrio nachweisen, weshalb er diesen Organismus für eine der Ursachen hält, welche die richtige Reifung der Käse stören.

Der als Filement coudé beschriebene Mikroorganismus erscheint in 2 Formen:

a) in Form langer, dünner, vielfach verschlungener, an der Oberfläche einer albuminösen Flüssigkeit wachsender Fasern, die in ihrer Gesamtheit ein schleimiges Häutchen bilden. Diese Form veranlasst auf Kosten von Albumin oder gelöstem Kaseïn die Bildung von fast reiner Essigsäure;

b) in Form dicker, langer, knieförmiger Bacillen, welche den Käsestoff in einen Körper zu verwandeln vermögen, der weder bei neutraler, noch bei saurer Reaktion der Flüssigkeit, auch nicht bei höherer Wärme gefällt wird, im übrigen aber die Eigenschaften eines Albuminoides besitzt. Neben diesem eigentümlichen Eiweissstoffe treten noch kleine Mengen eines bitter schmeckenden Stoffes und eines Gemisches von Ammoniak-

salzen der Essigsäure und der Baldriansäure auf, in welchem das Ammoniumacetat vorherrscht. In seinen neueren Arbeiten [1]) beschreibt Duclaux 7 ärobe und 3 anärobe, aus Cantalkäse isolierte Mikroorganismen mit grösster Ausführlichkeit und unter Berücksichtigung der besonders charakteristischen, aber schwierig festzustellenden physiologisch-chemischen Verhältnisse.

Weitere Aufschlüsse über die speziell chemische Seite des Käsereifungsprozesses geben uns die von E. Schulze, U. Weidmann, B. Rose und Benecke gemeinsam veröffentlichten Untersuchungen über die Reifung der Emmenthaler Käse und einiger anderer schweizerischer Käsearten. [2])

Diese sehr eingehenden Untersuchungen führten zu folgenden Hauptergebnissen:

1. Der Wassergehalt des Käses nimmt während der Reifung stetig ab. Nach siebenmonatlichem Lagern im Käsekeller fanden sich nur noch ungefähr $^4/_5$ der ursprünglich vorhandenen Wassermenge in dem untersuchten Versuchskäse.

2. Die Trockensubstanz des Käses erleidet während des Reifens eine geringe Verminderung. Die Ursache dieses Stoffverlustes ist hauptsächlich in der Bildung gasförmiger Stoffe bei den im reifenden Käse stattfindenden Gärungsvorgängen zu suchen. Ausserdem wird vielleicht ein kleiner Stoffverlust auch durch die Behandlung, die reifende Käse erfahren, durch das Abreiben, Waschen u. s. w. veranlasst.

3. Von der im Käse enthaltenen Stickstoffmenge geht während der Reifung nur ein sehr geringer Bruchteil verloren, ebenso auch von den Mineralbestandteilen des Käses. Ein Verlust an Mineralbestandteilen kann nur durch das Abwaschen des Käses verursacht werden, und zu einem Stickstoffverlust kann die Bilduhg von Ammoniak führen.

4. Die absolute Menge der in Äther löslichen Stoffe (des Ätherextrakts) wächst im Käse während der Reifung ein wenig. Dass die Menge des eigentlichen Fettes, d. h. der Glyceride, sich vermehre, wurde nicht nachgewiesen. Sollte aber doch eine Zunahme dieser Stoffe erfolgen, so findet sie jedenfalls nur in so geringem Masse statt, dass sie in praktischer Hinsicht ohne Bedeutung bleibt.

---

[1]) Mémoire sur le lait. Paris 1882, Chap. IV, pag. 74—109.

[2]) Landwirtschaftliche Jahrbücher, Bd. XVI, 1887, pag. 317—400.

5. Das im Käse enthaltene Fett erfährt während der Reifung nur eine ganz geringe qualitative Veränderung.

6. Der wichtigste chemische Vorgang, der im Emmenthaler Käse während der Reifung stattfindet, besteht in der Umwandlung eines sehr beträchtlichen Teiles des Parakaseïns, des hauptsächlichsten stickstoffhaltigen Bestandteiles der frischen Käsemasse. Aus ihm bilden sich nämlich neben einem den Peptonen nahestehenden Stoffe, dem Kaseoglutin, auch noch Produkte einer tiefergehenden Zersetzung, wie Amidosäuren und Ammoniak. Die Menge aller dieser Zersetzungsprodukte wächst mit der Dauer der Reifung. Auch das Nucleïn, welches in der stickstoffhaltigen Substanz des frischen Käses wahrscheinlich in enger Verbindung mit dem Eiweisskomplex enthalten ist, wird während der Käsegärung grösstenteils zersetzt.

7. Die Mineralstoffe des Emmenthaler Käses erfahren während der Reifung gewisse Umsetzungen und Dislokationen, deren Ursache und Wesen jedoch bis jetzt noch nicht genügend erforscht ist.

An diese chemischen Untersuchungen knüpft Benecke eine kurze Betrachtung über die Ursachen der Veränderungen, welche sich während der Reifung der Käse vollziehen. Er bespricht zunächst die schon erwähnten Untersuchungen Cohns über die Käsegärung und beschreibt dann seine eigenen Beobachtungen an einem Versuchskäse, den er eigens zur bakteriologischen Prüfung hatte anfertigen lassen und von Zeit zu Zeit untersuchte. Die Ergebnisse, zu denen er kam, stimmen im wesentlichen mit denen Cohns überein. Auch er hält die Art „bacillus subtilis" (Cohn) für die bei der Käsereifung thätige und glaubt, dass der Milch die Gärungsorganismen mit dem Lab zugesetzt werden, schreibt also dem Lab, wie es schon Cohn gethan hatte, eine doppelte Wirkung zu.

Die Entstehung der runden, erbsengrossen und gleichmässig verteilten Öffnungen (Augen, Löcher), durch welche die Emmentaler Käse gekennzeichnet sind, und die unliebsame Erscheinung, die darin besteht, dass die Käse zuweilen aufgebläht werden, glaubt Benecke auf die Wirkung von Hefezellen zurückführen zu müssen.

Eine weitere grössere Arbeit auf diesem Gebiete wurde von Professor Dr. Adametz[1]) unter dem Titel: „Bakteriologische

[1]) Landwirtschaftliche Jahrbücher, Bd. XVIII, 1889, pag. 227—270

Untersuchungen über den Reifungsprozess der Käse" veröffentlicht. Adametz bestreitet auf Grund seiner Untersuchungen die Zugehörigkeit der Käse- und Labbacillen zu der Art „Bacillus subtilis" und behauptet gegenüber Cohn und Benecke, dass dem bacillus subtilis bei der Käsereifung keine Bedeutung zukomme.

Hierbei darf jedoch nicht übersehen werden, dass die Art „Bacillus subtilis" (Cohn) nicht identisch ist mit dem Spaltpilz, den man heute Bacillus subtilis nennt, was Adametz bei seiner Widerlegung nicht berücksichtigt zu haben scheint. Über die Untersuchungen Duclaux' sagt Adametz:

> „So wertvoll nun auch die Untersuchungen Duclaux' für den Chemiker und Biologen sein mögen, den Bakteriologen befriedigen sie aus dem Grunde nicht völlig, weil die Reinkultur, sowie die Zucht der Bakterien überhaupt ausschliesslich in Nährflüssigkeiten erfolgte. Berücksichtigt man die Thatsache, dass bereits mehrere hundert wohl charakterisierte Bakterienspezies mit Hilfe der von Koch eingeführten festen Nährböden erhalten wurden, von welchen viele an und für sich verschiedene Arten, sowohl ihrer Gestalt nach, als auch bezüglich ihres Verhaltens gegen sterilisierte Milch, grosse Ähnlichkeit besitzen, so dass man sie bei blosser Berücksichtigung dieser Punkte, auf welche Duclaux das Hauptgewicht legen musste, nicht zu unterscheiden imstande sein dürfte, so folgt hieraus, dass es unerlässlich ist, auch das Verhalten der aus Käse kultivierten Bakterienarten auf Peptongelatine und Agar-Agar zu studieren."

Ohne Zweifel eignen sich die festen Nährböden am besten zum Zweck des Studiums der morphologischen Eigenschaften einer Bakterienart. Eine andere Frage ist aber die, ob nicht auch die Bakterien verschiedener Arten ein und dasselbe Nährmedium in so verschiedener Weise verändern, dass man durch die qualitative und quantitative chemische Untersuchung der auftretenden Zersetzungsprodukte, die allerdings ziemlich schwierig und für den nicht eingehender chemisch gebildeten Bakteriologen kaum praktikabel ist, charakteristische Unterschiede nachweisen kann. Sollte nicht gerade die physiologisch-chemische Untersuchung die wichtigsten und sichersten Merkmale zur Auseinanderhaltung der verschiedenen Gärungsorganismen bieten?! Ist nicht die Eigenschaft des Kommabacillus, die Cholera her-

vorzurufen, die nach den heutigen Anschauungen in ihren Erscheinungen für eine Vergiftung des menschlichen Körpers durch die Umsetzungsprodukte dieses im Darm wachsenden Bacillus gehalten wird, eine spezifische Eigenschaft dieses Spaltpilzes, die ihn in erster Linie von anderen ihm äusserlich ähnlichen unterscheidet?

Wir dürfen nicht vergessen, dass die Mikroorganismen gerade durch ihre Zersetzungsprodukte ein erhöhtes Interesse für uns gewinnen können, und dass uns bei nicht pathogenen Organismen allein die chemische Analyse einen Ersatz für die bei pathogenen in Anwendung kommenden Tierversuche zu bieten vermag. Wenden wir uns jedoch zunächst zu ADAMETZ' eigenen Untersuchungen.

Der Verfasser führte seine bakteriologischen Studien über Käsereifung in der Molkereischule Sornthal in der Schweiz aus. Dort standen ihm als Versuchsobjekte Emmenthaler Käse und Hauskäse zur Verfügung. Jener ist ein bekannter und berühmter Hartkäse und dieser ein aus Savoyen stammender, erst in letzter Zeit unter dem Namen „Hauskäse“ in der deutschen Schweiz eingeführter Weichkäse. Von diesen beiden Käsearten nun untersuchte er in verschiedenen Reifungsstadien stehende Proben, isolierte und züchtete die gefundenen Mikroorganismen in Reinkultur und beschrieb sie nach der Art ihres Wachstums in Gelatine und Agar-Agar. Es gelang ihm auf diese Weise, folgende Mikroorganismen, als in den untersuchten Käsen vorhanden, zu isolieren:

6 Mikrokokken-Arten (Mikrokokkus I bis VI),
5 Sarcina-Arten (Sarcina No. VII bis XII),
7 Bacillen-Arten (Bacillus No. XIII bis XIX) und zwar:
5 Gelatine verflüssigende und
2 Gelatine nicht verflüssigende, und
3 Hefe-Arten.

ADAMETZ fand in den Hauskäsen mehr Bakterien, als in den Emmenthaler Käsen, und stellte ausserdem einen Unterschied zwischen diesen beiden Käsearten hinsichtlich des Verhältnisses der Zahl der Gelatine verflüssigenden zu der Zahl der Gelatine, nicht verflüssigenden Kolonien fest. Während dieses Verhältnis in reifen Emmenthaler Käsen das von 1 : 300 bis 1 : 600 ist, hat es bei reifen Hauskäsen den Wert von 1 : 90 bis 1 : 150 in der äusseren, speckigen Schicht und den Wert von 1 : 160 bis 1 : 200 im mittleren Teile.

Die Zahl der in einem Gramm Käsemasse vorhandenen Bakterien giebt Adametz für die Emmenthaler Käse im Mittel zu 850 000 und für die äussere, speckige Schicht der Hauskäse zu 5 600 000 an. Bezüglich der in den Käsearten vorkommenden Hefe-Arten schreibt der Verfasser:

„Obschon die Hefe-Arten am Reifungsprozess der Käse im engeren Sinne des Wortes nicht teilnehmen, muss hier doch noch darauf hingewiesen werden, dass gewisse Arten durch die Fähigkeit, Milchzucker zu vergären, auf die Lochbildung der Käse von dem grössten Einfluss sein können.

Sie sind es, welche eine rasche Gasentwicklung und daher Blähung etc. derselben hervorzurufen vermögen.“

Adametz schreibt also, wie Benecke, die lebhafte Gasentwickelung, die in jungen Käsen zuweilen schon in der Zeit, in der sie sich noch unter der Presse befinden, beginnt, der Thätigkeit von Hefezellen zu. Wie weit diese Annahme berechtigt ist, soll später gezeigt werden. Die Frage nach der Ursache der richtigen Ausbildung der Augen in den Käsen übergeht Adametz mit folgenden Worten:

„Ob die normale Lochbildung durch Bakterien- oder Hefethätigkeit zu stande kommt, dürfte schwer zu entscheiden sein.“

Ein weiterer Teil der Arbeit Adametz beschäftigt sich damit, den von Duclaux erbrachten Beweis, dass das Kaseïn der Milch bei Ausschluss der „Fermentorganismen“ keine Gärung durchmache, zu erhärten. Zu diesem Zweck versetzte er die zum Verkäsen bestimmte Milch mit verschiedenen Desinfektionsmitteln, um die vorhandenen Organismen entweder abzutöten, oder doch ihrer Entwickelung hemmend entgegen zu treten. Hierauf wurde die desinfizierte Milch mit Lab gefällt, das Gerinnsel zu Käse geformt und gepresst, und der fertige Käse längere Zeit hindurch beobachtet. Auf diese Weise stellte Adametz Käse dar, die mit Kreolin, Thymol, Terpentinöl, Salol oder Oxalsäure versetzt waren.

Diese Versuche, die man Desinfektionsversuche nennen könnte, führten zu der Wahrnehmung, dass Milch und mit ihr Käse sehr schwierig zu desinfizieren sind, und dass sich trotz der Anwendung verhältnismässig grosser Mengen von Desinfektionsmitteln in den meisten Käsen noch Bakterien nachweisen liessen. Immerhin wurde die Gärung durch die Desinfektionsmittel beträchtlich gehemmt, so dass diese Versuche

die Beobachtungen von Duclaux zu bekräftigen geeignet sind. Auch noch in anderer Weise suchte Adametz die Gärung zu hemmen: dadurch, dass er fertigen, in der gewöhnlichen Art bereiteten Käse in eine Atmosphäre von Schwefelkohlenstoff oder Joddampf brachte, und ferner noch dadurch, dass er gewöhnlichen Käse, um ihn vor Luftzutritt zu schützen, mit einer Paraffinschicht überzog. In allen 3 Fällen wurde, wie er angiebt, eine Verlangsamung der Reife in mehr oder minder hohem Grade erzielt. Endlich stellte Adametz auch noch Käse unter Zusatz von Schimmelpilzen und „Sumpfbakterien“ dar. Die eingeimpften Schimmelpilze vermochten aber im Innern des Käses nicht zu wachsen, weil es ihnen an Luft gebrach oder weil sie, wie Adametz glaubt, von den Spaltpilzen abgetötet wurden!?

Der mit Sumpfbakterien versetzte Käse zeigte regelrechte Reifungserscheinungen, woraus Adametz schliesst, dass es mehrere Bakterien-Arten gebe, welchen die Fähigkeit zukommt, in den Käsen jene Veränderungen, die man beim Reifen vor sich gehen sieht, herbeizuführen.

Von demselben Verfasser erschien noch eine andere, grössere Arbeit unter dem Titel: „Über die Ursachen der abnormalen Reifungsvorgänge beim Käse“[1]), in welcher einige an der Oberfläche der Käse wachsende Pilze-, Hefe- und Bakterienarten beschrieben werden, die sich durch ihre Eigenschaft, Farbstoff zu erzeugen, auszeichnen.

Als eine weitere dieses Gebiet berührende Untersuchung wäre eine Veröffentlichung von Freudenreich[2]) aus Bern zu erwähnen. Die Originalarbeit erschien in der französischen Zeitschrift „Annales de micrographie“; ein Referat über sie findet sich im „Centralblatt für Bakteriologie.“[3]) Nach diesem Referat beschreibt Freudenreich 3 Mikroorganismen, die bei Euterentzündungen der Kühe beobachtet wurden und befähigt sein sollen, die Käse zu blähen.

Alle 3 Arten verursachen, auf Kartoffeln gezüchtet, starke Gasentwickelung. —

Als letzte Arbeit über die Käsereifung wäre endlich noch eine Abhandlung von Dr. Weigmann[4]) in Kiel „über die Loch-

---

1) Milchzeitung 1891, No. 21, pag. 237—248, Milchzeitung 1892, No. 13, pag. 205—223.

2) Annales de micrographie, T. II, 1890, No. 8.

3) Centralblatt für Bakteriologie 1890, Bd. VIII, pag. 300.

4) Milchzeitung 1890, No. 38, pag. 741.

bildung und Blähung der Käse“ anzuführen, in welcher der Verfasser angiebt, dass er einige Bakterien kenne, welche imstande seien, die Käse zu blähen. Er teilt zwar einige physiologisch-chemische Beobachtungen über die einzelnen Gärungserreger mit, unterlässt es aber leider, eine nähere Beschreibung der von ihm beobachteten Bakterien zu geben.

Vorbereitende Untersuchungen.

Mit den soeben angeführten und teilweise näher besprochenen Arbeiten wäre, soweit mir bekannt, die bakteriologische Litteratur über die Reifung der Käse, wenigstens der Hauptsache nach, erschöpft.

Aus den bisherigen Untersuchungen geht mit Bestimmtheit hervor, dass zahlreiche Mikroorganismen sowohl im Lab wie in den Käsen vorhanden sind, und dass das Kaseïn der Milch nur unter ihrer Mitwirkung in Käse überzugehen vermag. Die wichtigste Frage, die Frage, wie und in welchem Masse die einzelnen Organismen an dem regelrechten Verlauf der Käsereifung beteiligt sind, lässt die bisherige Art der Forschung entweder ganz ausser Acht, oder giebt sich mit einigen Mutmassungen (Benecke, Adametz) zufrieden.

Ein gründliches Studium der regelrechten Käsereifung setzt voraus, dass es gelingt, nicht nur das Lab, sondern auch die Milch zu sterilisieren, ohne damit zugleich ihre Tauglichkeit zur Käsebereitung zu vernichten.

Sobald man Milch und Lab im keimfreien Zustand zur Verfügung hat, kann man systematisch an die Erforschung der Bedeutung und Wirkung der einzelnen Mikroorganismen für die Käsereifung gehen. Zunächst käme es darauf an, jede einzelne Bakterienart für sich oder im Gemenge der sterilen, zum Verkäsen bestimmten Milch einzuimpfen. Wenn man wollte, könnte man auch Hefe- oder Schimmelpilze einimpfen. Die also vorbereitete Milch wäre sodann mit sterilem Lab zu verkäsen, an den gewonnenen Käsen müssten die Gärungs- und Reifungsvorgänge für jeden einzelnen Fall genau verfolgt werden, und schliesslich hätte man noch die Käse nach längerem Lagern auf Geschmack, Geruch, Lochbildung u. s. w. zu prüfen.

Um dann weiter die physiologisch-chemischen Eigenschaften eines bestimmten Mikroorganismus näher zu erforschen, hätte man als Nährmedium für ihn sterile Milch zu wählen. Man müsste ihn in steriler Milch züchten, weil die Umsetzungen, die er bewirkt, in einer Flüssigkeit quantitativ viel weitergehende sein können, als in einem festen Nährmedium, wie im Käse, in dem die einzelnen Kolonien fixiert sind und unter minder günstigen Bedingungen wachsen. Daraus folgt, dass in Milch die charakteristischen Zersetzungsprodukte einen grösseren Prozentsatz von dem Gesamtgewicht des nährenden Mediums, als in den Käsen, ausmachen und daher auf chemischem Wege leichter und sicherer aufzufinden und zu bestimmen sein müssen. Nur durch derartige Untersuchungen kann es der Forschung mit der Zeit gelingen, der Praxis der Käserei hilfreich die Hand zu geben und sie zu lehren, wie man es anzufangen hat, um den Verlauf der Käsereifung, der gegenwärtig noch von so vielen Zufälligkeiten abhängt, sicherer zu gestalten und besser zu beherrschen. Wenn ich es im Nachfolgenden versuchte, in der angedeuteten Weise vorzugehen, so geschah dies wesentlich auf Veranlassung der Herren Professor Dr. Fleischmann und Professor Dr. E. v. Esmarch, meiner hochverehrten Lehrer, denen ich auch an dieser Stelle für die freundliche Anregung und die stete Unterstützung, die sie mir während der ganzen Zeit meiner Arbeit haben zu teil werden lassen, besten Dank sage.

Die während meiner Untersuchungen von mir gebrauchten Impfböden: Gelatine, Agar-Agar und Bouillon, sind nach den allgemein üblichen Vorschriften dargestellt worden. In den Fällen, in welchen eine Abweichung in der Darstellungsweise stattfand, oder fremde Zusätze gemacht wurden, ist dies jedesmal besonders angegeben.

A. Die Bereitung von sterilem Lab.

Bevor ich der eigentlichen Aufgabe der Labsterilisierung näher trat, suchte ich mich über den Bakteriengehalt verschiedener im Handel vorkommender Labpräparate in folgender Weise zu unterrichten: Es wurde eine abgewogene Menge Labpulvers in sterilem Wasser gelöst, die Lösung gut durchgemischt und mit einer bei 150° sterilisierten Pipette je eine Probe von 1.0 und 0.5 ccm in 2 mit flüssiger Gelatine beschickte Reagenzröhrchen

übertragen. Die also geimpfte Gelatine wurde dann auf Glasplatten nach Koch oder nach Petri zum Erstarren gebracht. Das hierzu wie auch für die späteren Untersuchungen verwendete Wasser war gewöhnliches Königsberger Leitungswasser, das jedesmal unmittelbar vor dem Gebrauche $^3/_4$ Stunden lang gekocht worden war.

Die beiden Gelatineplatten blieben nach der Aussaat bei 20° bis 22° C 48 Stunden lang stehen, nach welcher Zeit ich die auf ihnen gewachsenen Kolonien mit dem Zählapparat abzählte. Dabei verfuhr ich so, dass ich auf jeder Platte stets die Kolonien von 20 Quadraten zu je 1.0 qcm Fläche zählte, aus der gefundenen Zahl das Mittel nahm und auf den Flächeninhalt der ganzen Gelatineschicht umrechnete. Die Ergebnisse für je zwei zusammengehörige Platten stimmten stets annährend mit einander überein.

Ein Labpulver von Heinrich Byk in Berlin ergab, auf diese Weise untersucht, 39250 Keime im Kubikcentimeter. Da das betreffende Labpulver wie 1 : 200 000 wirkte, würden, wenn man es zum Dicklegen der Milch verwendete, auf das Liter Milch ungefähr 200 Keime, die ihr durch das Lab einverleibt worden wären, treffen.

Ein Labpulver von Dr. Blumenthal in Berlin enthielt im Kubikcentimeter nur 32 400 Bakterienkeime, wirkte wie 1 : 32 000 und würde somit der Milch auf jedes Liter ungefähr 1000 Keime zuführen.

Labextrakt von G. C. Glad in Kopenhagen ergab, auf gleiche Weise wie die Labpulver geprüft, im Kubikcentimeter 1 407 600 Keime, hatte eine Stärke von 1 : 5000 und würde daher das Liter der mit ihm verkästen Milch um 281 520 Keime bereichert haben.

Aus obigen Versuchen geht hervor, dass die Labpulver absolut und relativ weniger Keime beherbergen, als das Labextrakt. Wahrscheinlich sind in den Labpulvern nur noch die vor dem Austrocknen geschützten Formen, die Sporen, entwicklungsfähig geblieben.

Im Anschluss an diese Untersuchungen führte ich einige Bestimmungen über die Zahl der in gewöhnlicher Milch enthaltenen Mikroorganismen aus. Ich fand in Milch, die um 4 Uhr morgens gemolken und dann nach der Stadt Königsberg gefahren worden war, um $^1/_2$ 6 Uhr einen Bakteriengehalt, der

im ccm zwischen 500 000—700 000 schwankte. In dieser von mir untersuchten Milch hatten sich, nachdem sie $3^1/_2$ Stunden auf dem Milchwagen in der Stadt herumgefahren worden war, die Bakterienkeime um das Dreifache vermehrt. Es fanden sich jetzt im ccm nicht weniger als 1.4—1.7 Millionen Keime.

So gross auch die Zahl der durch das Lab in die Milch gelangenden Keime an sich erscheint, so verschwindend klein erweist sie sich, wenn man die bereits in der Milch vorhandenen Keime mit ihr vergleicht. Denken wir uns, was gewiss ein günstiger Fall wäre, die Milch enthalte zur Zeit des Dicklegens mit Lab nur 600 000 Keime im ccm, und nehmen an, was gewiss sehr viel ist, es fänden sich im ccm Lab 1 407 600 Keime, so kämen bei einer Labstärke, wie sie das Labextrakt von G. C. Glad besass, auf das ccm zu verkäsender Milch 282, oder auf 100 ursprüngliche Keime der Milch 0.047 Keime aus dem Lab, oder auf je 1 Keim aus dem Lab über 2000 ursprünglich in der Milch vorhandene Keime.

Aus dieser Berechnung, gegen die sich gewichtige Einwände sicherlich nicht erheben lassen, ergiebt sich, dass diejenigen, welche in den der Milch mit dem Lab zugeführten Keimen die Hauptursaehe der Käsereifung suchen, mit dieser ihrer Meinung schwerlich auf dem rechten Wege sind. In Wirklichkeit dürfte die zum Verkäsen kommende Milch wohl mehr als 600 000 und frisches Lab wohl weniger als 1.4 Millionen Keime im Gramm durchschnittlich enthalten,

Meine ersten Versuche, Lab zu sterilisieren, die ich in der Weise ausführte, dass ich Labpulver längere Zeit mit konzentriertem Alkohol behandelte, schlugen fehl, weil das Lab seine Wirkung gänzlich einbüsste, bevor die widerstandsfähigen Sporen abgetötet waren. Ich sah mich daher veranlasst, mit Labextrakten zu arbeiten, und bemühte mich, diese unter Anwendung höherer Wärmegrade zu sterilisieren. Die Anwendung von Siedehitze war dabei freilich ausgeschlossen, da schon ein einmaliges Aufkochen einer Lablösung die Wirkung des Labfermentes vollständig aufzuheben imstande ist. Es blieb daher nur übrig, zu untersuchen, ob es möglich wäre, Lablösungen der fraktionierten Sterilisierung nach Tyndall zu unterwerfen, ohne ihre Wirkung vollständig zu vernichten. Die fraktionierte oder diskontinuierliche Sterilisierung nach Tyndall besteht darin, dass man die zu sterilisierenden Lösungen an

6 bis 7 Tagen täglich 4—5 Stunden auf 56—60° erwärmt. Fände sich, dass das Labferment die angegebene Wärme längere Zeit auszuhalten vermöchte, so wäre weiter zu ermitteln, bei welcher Reaktion der Labflüssigkeit sich die Sterilisierung mit dem geringsten Verluste an Wirksamkeit durchführen liesse. Um hierüber ins Klare zu kommen, beschickte ich 12 Reagenzröhrchen mit je 10 ccm einer schwachsauren Lablösung von bekannter Stärke. Die gefüllten Reagenzröhrchen nummerierte ich von 0 fortlaufend und gab in jedes so viele Tropfen einer verdünnten Sodalösung, als die betreffende Nummer Einheiten hatte. Demnach blieb das Röhrchen No. 0 ohne Zusatz, und erhielten die Röhrchen No. 1, 2, 3 . . . ., bezw. 1, 2, 3 . . . . Tropfen der Sodalösung zugesetzt. Bezüglich der Reaktion, welche der Inhalt der einzelnen Röhrchen hierbei annahm, sei bemerkt, dass sie bei No. 0 am stärksten und bei No. 6 am schwächsten sauer, bei No. 7 amphoter, bei No. 8 am schwächsten und bei No 12 am stärksten alkalisch war.

Die 12 also vorbereiteten Labproben wurden in dem Blutserumerstarrungsapparat 12 Stunden lang einer Wärme von 60° ausgesetzt und nach Ablauf dieser Zeit auf ihre Stärke geprüft. Zunächst zeigte sich, dass sämtliche Proben mit alkalischer Reaktion, sowie auch die sauer regierenden Proben No. 0, 1, 2 und 3 ihre Wirkung gänzlich eingebüsst hatten und nur No. 4, 5, 6 und 7 noch eine mehr oder weniger stark verringerte Wirkung zeigten. Am besten hatten sich die Proben No. 6 und 7 gehalten, deren Stärke auf etwa 40 % der Stärke der ursprünglichen Lablösung zurückgegangen war. Nichtsdestoweniger erscheint der Verlust, den diese Proben in 12 Stunden erlitten, so gross, dass ich nicht hoffen durfte, ihre Sterilisierung bei 60° völlig durchführen zu können, ohne sie ganz unwirksam zu machen.

Die weiteren Versuche, die ich bei Wärmegraden zwischen 56 und 60° anstellte, zeigten, dass sich die Ergebnisse schon bei 58—59° weit günstiger, als bei 60°, gestalteten.

Die amphoter reagierende Labprobe, die 40 Stunden lang auf 58.5° erwärmt worden war, hatte nur 50 % ihrer ursprünglichen Stärke verloren.

Nachdem ich mich davon überzeugt hatte, dass die Sterilisierung auf diese Weise mit Erfolg durchgeführt werden könne, stellte ich eine genügende Menge Lab von amphoterer Reaktion

dar, das ich dann zu einem Teil in Reagenzröhrchen einfüllte und zum andern zur vergleichenden Prüfung aufbewahrte.

Zunächst bestimmte ich:

a) die Zahl der in Lab enthaltenen Organismen und deren allmähliches Abnehmen während der Sterilisierung.

Die Zahl der jedesmal in der Labflüssigkeit enthaltenen Keime wurde unter Berücksichtigung aller nötigen Vorsichtsmassregeln mittelst Gelatinplatten nach Koch oder Petri in der oben angegebenen Weise festgestellt.

Die Sterilisierung erstreckte sich für jede Versuchsreihe auf 7 Tage, während welcher Zeit die betreffenden Proben täglich $4^1/_2$ Stunden auf 58.5° gehalten und vor und nach der Erhitzung auf die Zahl der Keime untersucht wurden. Hierbei erhielt ich die in folgender Tabelle zusammengestellten Ergebnisse:

	Zahl der Keime in 1 ccm Lab
Frisches Lab	1 407 600
Sofort nach I. Sterilisierung	10 630
24 Stunden nach I. Sterilisierung (vor II. Sterilisierung)	31 870
Sofort nach II. "	—
24 Stunden nach II. "	40
Sofort nach III. "	—
24 Stunden nach III. "	—
Sofort nach IV. "	—
24 Stunden nach IV. "	—
Sofort nach V. "	—
24 Stunden nach V. "	—

Am 6. Tage der Sterilisierung wurden die bakteriologischen Bestimmungen nicht mehr ausgeführt.

Weiter bestimmte ich nun:

b) Die Stärke des Labes und deren Abnahme während des Sterilisierens.

Die Labstärke stellte ich in der gewöhnlichen Weise nach der im hiesigen milchwirtschaftlichen Laboratorium üblichen Methode dadurch fest, dass ich ermittelte, wie viel Raumteile Milch von bestimmtem Aciditätsgrade durch einen Raumteil Labextrakt bei 35° C. in 40 Minuten zum Gerinnen gebracht werden.

Um die Abnahme der Labstärke während der Sterilisierung genau verfolgen zu können, verglich ich die Stärke einer jeden, zum Zweck des Sterilisierens erhitzten Labprobe mit der Stärke der zu diesem Vergleiche aufbewahrten ursprünglichen Lablösung und berechnete, wie viel Prozente der ursprünglichen Stärke nach der jedesmaligen Erhitzung im ganzen verloren gegangen waren.

Die folgende Tabelle zeigt diese Verluste in absoluter Stärke und in Prozenten der ursprünglichen Stärke:

	Labstärke (1:)	Prozentische Abnahme
Frisches Lab	5000	—
nach I. Sterilisierung	3930	21.4
„ II. „	3700	26
„ III. „	3420	31.5
„ IV. „	3225	35.5
„ V. „	3050	39
„ VI. „	2825	43.5

Das keimfreie, nach sechstägiger Sterilisierung gewonnene Lab hatte also noch 56.5 % seiner ursprünglichen Stärke beibehalten.

Zu den folgenden Versuchen über Käsegärung benutzte ich 300 ccm steriles Lab, die ich mir in der angegebenen Weise aus einer schwachsauren Lablösung dargestellt hatte. Diese Lösung wirkte vor der Sterilisierung wie 1 : 5000 und besass, nachdem sie an 7 aufeinanderfolgenden Tagen je 4—5 Stunden lang auf 58.5° erhitzt worden war, noch die Stärke von 1 : 2750. Sie hatte demnach 55 % ihrer ursprünglichen Stärke beibehalten und genügte, um 800 l Milch bei 35° in 40 Minuten zum Gerinnen zu bringen.

Nachdem es mir gelungen war, wirksames Lab in keimfreiem Zustande herzustellen, blieb mir nur noch übrig, zu untersuchen, ob es möglich wäre, Milch zu sterilisieren, ohne ihre Empfindlichkeit für Lab, d. h. ihre Fähigkeit, unter der Wirkung von Lab ein zusammenhängendes, langsam sich zusammenziehendes Gerinnsel zu bilden, ganz zu vernichten.

B. Versuche über Sterilisierung der zu verkäsenden Milch.

Die im Folgenden beschriebenen Versuche mussten mit gewöhnlicher Marktmilch, die im Kubikcentimeter 600 000 bis 800 000 Keime enthielt, ausgeführt werden, weil mir hier in der

Stadt eine Versuchskuh, von welcher ich selbst Milch unter besonderen Vorsichtsmassregeln hätte gewinnen können, nicht zur Verfügung stand. Ich versuchte es, die Milch ähnlich wie das Lab unter Anwendung von Wärme keimfrei zu machen.

Bevor jedoch mit der Sterilisierung begonnen werden konnte, musste erst festgestellt werden, wie lange überhaupt die Milch die Einwirkung verschiedener bestimmter Wärmegrade auszuhalten vermöchte, ohne ihre Fähigkeit zu verlieren, mit Lab ein zusammenhängendes, zur Bereitung von Käsen geeignetes Gerinnsel zu geben.

Die hierüber angestellten Versuche zeigten, dass die Milch diese ihre Fähigkeit bei 60° etwa 3—4 Stunden, bei 70° etwa 2 Stunden und bei 80° nur $^{1}/_{4}$ Stunde beibehielt. Wurde die Milch länger bei den angegebenen Wärmegraden gehalten, so verlor das entstehende Gerinnsel allmählich die Fähigkeit, sich zusammenzuziehen, und zuletzt entstand nur noch eine scheinbar flockige Fällung.

Ferner ergab sich, dass die Magermilch weit unempfindlicher gegen Wärme ist, als die ganze Milch. In Magermilch bildete sich noch nach dreistündigem Erwärmen auf 70° ein Gerinnsel, das zu Käse hätte verarbeitet werden können und das ungefähr die Festigkeit des Gerinnsels aus ganzer, 2 Stunden auf 70° erwärmter Milch besass.

Dieses verschiedene Verhalten von Magermilch und ganzer Milch wird wahrscheinlich nur durch den verschiedenen Fettgehalt der Milchtrockensubstanz bedingt, und es scheint, als ob die Ursachen hierfür rein mechanischer Natur wären. Die Empfindlichkeit der Milch gegen Wärme ist, wie obige Versuche zeigen, so gross, dass man kaum wird hoffen dürfen, aus gewöhnlicher Marktmilch sterile, zum Verkäsen geeignete Milch darzustellen.

Da es gelingt, durch zweistündiges Erwärmen auf 70° mindestens 99.5 % aller in der Milch enthaltenen Mikroorganismen abzutöten, so liesse sich unter Umständen also behandelte Milch statt steriler zum Verkäsen verwenden, wenn ihr die auf ihre Wirkung zu prüfenden Organismen in grossen Mengen eingeimpft würden. Zu meinen weiteren Versuchen hatte ich sterile Milch überhaupt nicht nötig.

Ein Organismus der regelrechten (normalen) Käsegärung.

Die bisher über Käsegärung veröffentlichten bakteriologischen Forschungen befassen sich vorwiegend mit dem Studium der unerwünschten Gärungsvorgänge, der sogenannten „Käsefehler“, und die meisten der bis jetzt aus Milch und Milcherzeugnissen isolierten und beschriebenen Mikroorganismen stammen aus Milch oder Milcherzeugnissen, die irgend welche unliebsamen, fehlerhaften Eigenschaften zeigten. Bis jetzt hat meines Wissens die bakteriologische Seite der in der Milchwirtschaft angestrebten (normalen) Gärungs- und Reifungsvorgänge, abgesehen von den Untersuchungen Weigmann's in Kiel über Rahmsäuerung, wenig oder keine Bearbeitung gefunden. So liegen bis jetzt über die Ursachen der wichtigsten bei der Käsereifung auftretenden Erscheinungen nur Meinungen vor, die von verschiedenen Forschern ausgesprochen wurden, Meinungen, die sehr weit auseinandergehen. Zu den interessantesten und augenfälligsten Erscheinungen der Käsereifung gehört unstreitig die sogenannte „Lochung“ der Käse, d. h. das durch Gasentwicklung verursachte Auftreten grösserer oder kleinerer Höhlungen (Löcher, Öffnungen, Augen) in den Käsen. Diese Erscheinung ist es, welche den Gegenstand der folgenden Untersuchung bildet.

Die mit Gasentwicklung verbundene Gärung spielt hauptsächlich in der Hartkäserei eine grosse Rolle, da sie einerseits die Ursache davon ist, dass die gewünschte, bestimmte Lochung entsteht, andrerseits aber auch bewirkt, dass die Käse aufgebläht werden und misslingen. Die am regelmässigsten und vollkommensten ausgebildete Lochung weisen die nach Schweizer Art bereiteten Käse auf. Daraus, dass die Bereitung der Schweizerkäse sehr verbreitet und die Lochung dieser Käse überall im wesentlichen die gleiche ist, und dass man es ganz in der Hand hat, aus einer und derselben Milchmenge je nach Belieben entweder Hartkäse mit vielen und grossen Augen oder Weichkäse fast ohne Löcher herzustellen, lässt sich schliessen, dass ein oder mehrere gasbildende Organismen in jeder Mischmilch enthalten sein müssen, und dass man durch die Art der Bereitung der Käse ihr Wachstum in dem einen Falle zu hemmen und in dem andern zu fördern imstande ist. Gelänge es nun, in Mischmilch verschiedener Herkunft immer oder doch meistens e i n e n gasbildenden Mikroorganismus nachzuweisen, und wäre

es weiter möglich, den Käsen dadurch, dass man ihn der zu verarbeitenden Milch einimpfte, die gewünschte Lochung zu geben, so hätte man ein Recht, diesen Mikroorganismus für den Erreger *κατ᾽ ἐξοχήν* der richtigen Lochbildung in den Käsen anzusehen.

Da es 2—3 Monate dauert, bis frischer Schweizer Hartkäse die regelrechte Lochung gewonnen hat, und die Gärung der Hartkäse, wie schon Fleischmann[1]) hervorhob, durch die ganze Käsemasse, die Rindenschicht ausgenommen, gleichmässig verläuft, so muss man vermuten, dass der Erreger der Lochbildung nur anärober oder fakultativ ärober Natur sein kann, weil er sonst nicht fähig wäre, im Innern eines gepressten Käses solange zu wachsen.

Gestützt auf diese Erwägungen, untersuchte ich frische, gewöhnliche Milch auf anärobe, beziehungsweise fakultativ ärobe gasbildende Organismen. Hierzu bediente ich mich der von E. v. Esmarch angegebenen Methode der Züchtung anärober Bakterien, die ich folgendermassen ausführte:

Aus flüssiger, zweiprozentiger Milchzuckergelatine, die ich in gewöhnlicher Weise mit Impfstoff, hier also mit Milch versetzt hatte, bereitete ich mir nach bekannter Art 4 bis 5 Verdünnungen, liess die Gelatine an den Wänden der Gläschen erstarren, goss dann mit 26 ° C. warmer Gelatine aus und liess wieder erstarren. In den also beschickten Rollröhrchen liessen die Verdünnungen 1, 2 und 3 bei einer Zimmerwärme von 20 ° bis 22 ° C. meist schon nach 24 bis 36 Stunden eine starke Gasentwickelung erkennen. In den stärkeren Verdünnungen konnte ich erst nach Verlauf von 4 bis 5 Tagen eine Gasentwickelung bemerken, und in der ursprünglichen, unverdünnten geimpften Milchzuckergelatine, in dem Original, trat meist nur eine schwache oder auch gar keine Gasentwickelung auf. Aus den stärkeren Verdünnungen liessen sich die gasbildenden Kolonien, wenn man die Gläschen zerschlug, gut abimpfen. In hohe Milchzuckergelatineröhrchen eingeeimpft, verursachten sie eine nach 4 bis 5 Tagen beginnende starke Gasentwickelung. Die mikroskopische Untersuchung ergab als den Erreger der Gasentwickelung einen Kapselbacillus mit Polfärbung, dessen Grösse, beziehungsweise dessen Länge eine sehr verschiedene

[1]) Molkereiwesen. II. Teil. (Vorlesung.)

ist. Von Stäbchen, die kaum länger, als breit, waren, bis zu Bacillen, die mehr als die zweifache Länge ihrer Breite besassen, waren alle Übergänge vorhanden. Der Bacillus, welcher nach der mikrometrischen Messung eine Breite von 0.7 Mikromillimeter und eine mittlere Länge von 1.5 Mikromillimeter besitzt, stellt, wie Fig. 1 zeigt, ein plumpes Stäbchen mit abgerundeten Enden dar, das von der Kapsel wie von einem hellen, sich nur am äusseren Rande färbenden Hofe umgeben ist. Es gelingt jedoch nicht immer, die Kapsel zu erkennen, weil die Bacillen häufig so nahe an einander liegen, dass der Hof nicht in Erscheinung treten kann. Ausserdem ist es sehr schwer, Präparate herzustellen, an denen man die Kapsel und die Polfärbung zugleich deutlich und schön sehen kann. Färbt man sehr stark, so wird die Polfärbung undeutlich, färbt man schwach, so ist von der Kapsel nichts zu sehen.

Der Bacillus färbt sich mit allen gebräuchlichen Anilinfarben. Um eine deutliche Färbung zu erzielen, muss man verdünnte Methylenblaulösung $^1/_2$ Stunde, verdünnte Fuchsinlösung $^1/_4$ Stunde und verdünnte Gentianalösung eine Minute einwirken lassen. Ältere Kulturen färben sich schwieriger als junge. Der Gram'schen Färbung ist der Bacillus zugänglich, nicht aber der Tuberkelbacillenfärbung. Er wächst noch bei Wärmegraden unter 5° und über 40° C. und sein Wachstumsoptimum dürfte zwischen 25° und 35° C. liegen. Auf dem Wasserbade einer Wärme von 55° C. ausgesetzt, stirbt er in Bouillon nach 20 bis 25, und in Milch nach 40 bis 45 Minuten ab. Sporenbildung konnte ich niemals beobachten. Der Bacillus gehört in die Reihe der fakultativ äroben, beziehungsweise anäroben. Er vermag sowohl bei Abschluss wie bei Zutritt von Sauerstoff zu wachsen.

Ausgedehnte Untersuchungen, die ich, um zu ermitteln, warum dem Bacillus zuweilen die Kapsel fehlt, an Kulturen in den verschiedensten Nährmedien von verschiedenem Alter anstellte, ergaben, dass in ganz jungen Kulturen, und besonders auf Nährboden, der dem Bacillus gut zusagt, eine Kapselbildung selten nachzuweisen ist. Dagegen pflegte in älteren Kulturen und auf Impfböden, auf denen der Organismus weniger gut gedieh, die Kapsel nie zu fehlen.

Hauptsächlich in alten, an der Oberfläche gewachsenen Kulturen besitzt der Bacillus Neigung, abnorme Formen, sowohl

kokkenartige Gebilde, wie langgestreckte Bacillen mit verdickten, für die Färbung unempfindlichen Enden zu bilden.

Im hängenden Tropfen lässt sich bei starker Vergrösserung in den Bacillen eine deutliche Granulierung erkennen. Eigenbewegung war auch bei ganz jungen Kulturen nicht nachzuweisen.

Der Bacillus bildet keine Fäden, sondern liegt meist einzeln oder zu zweien.

Er wächst sowohl in schwach alkalischer wie in saurer Nährlösung, und wird durch einen hohen Gehalt des Nährbodens an Gelatine in seinem Wachstum behindert.

Auf Gelatineplatten ohne Zuckerzusatz bildeten sich bei 22 ° C. Zimmerwärme in 24 Stunden sowohl in der Tiefe liegende, als auch an der Oberfläche ausgebreitete, kleine, runde, im auffallenden Lichte schmutzig weiss und im durchfallenden hell gelb gefärbte Kolonien, die bei schwacher Vergrösserung eine feine, mit der Zeit immer deutlicher werdende Granulierung erkennen lassen. Die Ränder der jungen Kolonien sind durchweg glatt und scharf, die der älteren dagegen leicht gebuchtet. Die Kolonien selbst heben sich als knopfartige Erhöhungen von der Oberfläche der Gelatine ab und erreichen nach 5 Tagen, von welchem Zeitpunkt ab regelmässig kein Flächenwachstum mehr stattfindet, eine Grösse von 4 bis 5 mm im Durchmesser.

In der Gelatinestichkultur bildet sich längs des ganzen Impfstiches eine mattweisse körnige Linie, deren einzelne punktförmige Kolonien am untersten Ende am deutlichsten zu erkennen sind. Um das obere Ende des Impfstiches herum wächst eine Kolonie, ähnlich den Oberflächenkolonien auf Gelatineplatten, die anfangs unregelmässig gestaltet ist, sich später aber abrundet und unter Umständen als knopfartige Erhöhung erscheint. Gasentwickelung tritt entweder gar nicht oder erst nach längerer Zeit in äusserst geringem Masse auf.

In Strichkulturen auf schräg erstarrter Gelatine bildet sich längs des Impfstriches eine üppige, schmutzige, weisse Auflagerung, die sich nie über die ganze Oberfläche der Gelatine bis zur Wand des Gläschens ausbreitet.

Auf Fruchtzuckergelatineplatten ist das Wachstum etwas üppiger, als auf Platten von gewöhnlicher Gelatine. Die Kolonien erheben sich daher etwas mehr über die Oberfläche

der Gelatine, erreichen dagegen nicht ganz den Durchmesser der auf gewöhnlicher Gelatine gewachsenen, was wahrscheinlich darauf zurückzuführen ist, dass die Fruchtzuckergelatinekolonien infolge ihres üppigeren Wachstums in der umgebenden Gelatine mehr Zersetzungsprodukte ablagern, und dass diese die weitere Ausbreitung hemmen.

Der Stich in Fruchtzuckergelatine hat, ehe Gasentwickelung eintritt, ein dem Stich in gewöhnliche Gelatine durchaus ähnliches Aussehen. Nach 18 bis 24 Stunden beginnt bei einer Zimmerwärme von 20 bis 22 ° C. Gasentwickelung, was zur Folge hat, dass die Oberfläche der Gelatine kuppelförmig aufgetrieben wird und in den tieferen Schichten blasenförmige Hohlräume in grosser Zahl entstehen, wie es Figur 2 zeigt, die das Bild zweier 48 Stunden alter Stichkulturen giebt.

Der Bacillus besitzt die Fähigkeit, von seiner ursprünglichen Kolonie aus an den Innenwänden der entstandenen Blasen weiter zu wachsen und längere Zeit eine reichliche Gasentwickelung zu unterhalten, die gewöhnlich so lebhaft ist, dass der Wattepfropfen mit einem Teil der Gelatine aus dem Reagenzglase hinausgetrieben wird.

Die Kultur auf schräg erstarrter Fruchtzuckergelatine verhält sich, abgesehen von dem etwas üppigeren Wachstum und der vielleicht etwas geringeren Flächenausbreitung der Kolonien, ebenso wie die auf gewöhnlicher Gelatine gewachsenen.

In Traubenzuckergelatine wächst der Bacillus in jeder Beziehung ebenso, wie in Fruchtzuckergelatine, und auch auf Milchzuckergelatine zeigt sein Wachstum das gleiche Bild, wie auf Frucht- oder Traubenzuckergelatine, nur beginnt in der Stichkultur die Gasentwickelung später, erst 4—5 Tage nach der Impfung. Hat aber die Gasentwickelung in Milchzuckergelatine einmal begonnen, so verläuft sie genau ebenso lebhaft, wie in Fruchtzuckergelatine.

In Nährgelatine ohne Fleischzusatz, nach den Angaben Prof. Dr. E. v. Esmarchs [1]) bereitet, gedeiht der Bacillus ebenfalls, wächst aber weniger üppig, als in gewöhnlicher Gelatine.

---

[1]) Hygienische Rundschau, 1892, II. Band, No. 15, pag. 653.

Auf Peptongelatineplatten ohne Fleischzusatz erreichen die Kolonien nur einen Durchmesser von 1—1.5 mm und erheben sich viel weniger über die Oberfläche, als auf gewöhnlicher Gelatine. Eigentümlich für Peptongelatinekulturen ohne Fleischzusatz ist, dass in ihnen die Bacillen besondere Neigung zeigen, in die Länge zu wachsen und sich mit einem stark entwickelten Hof zu umgeben, was wahrscheinlich damit zusammenhängt, dass die Bacillen langsamer wachsen und sich daher auch weniger oft teilen.

Die Peptongelatinestich- und Strichkulturen ohne Fleischzusatz gleichen im allgemeinen den Kulturen auf gewöhnlicher Nährgelatine und unterscheiden sich von diesen nur durch ihr langsameres Wachstum.

In Zuckergelatine ohne Fleischzusatz verursacht der Bacillus ebenfalls starke Gasentwickelung.

Verflüssigung oder Verfärbung der Gelatine wurde niemals, auch nicht an alten Kulturen, beobachtet.

Auf Agar-Agar, sowohl auf Platten, wie in Stich- und Strichkulturen, wächst der Bacillus wie auf Gelatine. Zu bemerken wäre nur, dass der Bacillus das in den schräg erstarrten Agarröhrchen entstehende Kondensationswasser in eine schmutzig-weisse, zähe Masse verwandelt.

Auf zweiprozentigem Frucht-, Trauben- oder Milchzuckeragar unterscheidet sich das Wachstum von dem auf Agar-Agar nur dadurch, dass in der Stichkultur Gasentwickelung auftritt.

In der Blutserum-Strichkultur bildet er eine vom Impfstrich ausgehende dünne Auflagerung, und das Kondensationswasser trübt sich wolkig.

Auf Kartoffeln, die nach Koch oder E. v. Esmarch zubereitet wurden, bildet der Bacillus bei Zimmerwärme von 20—22° C. in 2 Tagen Kolonien von 2—3 mm Durchmesser, die sich als schwach gelb gefärbte, knopfartige Erhöhungen über den Impfboden erheben. Nach und nach bedeckt sich die ganze Schnittfläche der Kartoffeln mit einem gleichmässigen, üppigen Überzuge, von dem ein starker Geruch nach Trimethylamin ausgeht. Gasentwickelung tritt in Reinkulturen auf Kartoffeln nicht ein.

Die Bouillonkultur lässt nach 6—12 Stunden bei Zimmerwärme eine leichte Trübung der Flüssigkeit erkennen,

die sich bei längerem Stehen kaum merklich verstärkt. Schüttelt man, so sieht man, wie sich vom Boden des Gläschens Bakterienhaufen erheben, die sich durch fortgesetztes Schütteln nur schwer wieder zerteilen lassen. Auf Bouillonkulturen, welche Wochen lang unberührt in Reagenzröhrchen stehen geblieben waren, hatte sich an der Oberfläche eine dicke, lockere Haut gebildet, die, sobald man die Röhrchen berührte, in Stücke zerfiel und zu Boden sank. In Bouillonkulturen mit Zuckerzusatz trat Gasentwickelung auf. Auch die Kulturen in steriler Milch zeigen Gasentwickelung, die sich allerdings in Reagenzröhrchen schwerer, in grösseren Milchmengen aber sehr gut beobachten lässt. Bei einem von mir angestellten Versuche entwickelten 400 ccm Milch bei 20—22° Zimmerwärme 4—5 Tage nach der Impfung 1 ccm Gas in der Stunde. Das entweichende Gas erwies sich als ein Gemenge, welches zum grössten Teile aus Kohlensäure und Wasserstoff bestand. Mit Kalilauge in Berührung gebracht, büsste es 63 % seines Volumens ein, und im Rückstande, den ich im Eudiometer mit Sauerstoff mischte, entstand beim Durchschlagen des elektrischen Funkens eine heftige Verpuffung. Daraus, dass die kleine zurückgebliebene Gasmenge nach der Verpuffung in Berührung mit Kalilauge ihr Volumen nicht mehr veränderte, liess sich schliessen, dass das ursprüngliche Gemenge Kohlenwasserstoffe nicht enthielt.

Der Käsestoff der Milch verharrte bei Zimmerwärme, auch wenn man die Kulturen 1.5 bis 2.0 Monate lang stehen liess, in gequollenem, suspendiertem Zustande, wurde aber beim Erwärmen auf Siedehitze schon in 3 bis 4 Tage alten Kulturen niedergeschlagen.

Zum Zwecke der Ermittelung weiterer durch die Lebensthätigkeit des Bacillus entstandener, nicht gasförmiger Zersetzungsprodukte der Milch behandelte ich Milchkulturen, nachdem ich mich zuvor überzeugt hatte, dass es wirklich Reinkulturen meines Bacillus waren, wie folgt:

a) Untersuchung auf Alkohol und freie Fettsäuren.

Von 400 Kubikcentimetern einer älteren Milchkultur wurden 100 Kubikcentimeter abdestilliert. Sowohl das deutlich sauer reagierende Destillat, als auch der Kolbenrückstand, roch stark nach flüchtigen Fettsäuren. Das Destillat unterwarf ich, nachdem ich es mit kohlensaurem Natron neutralisiert hatte, der

nochmaligen Destillation und gewann ein zweites Destillat, das reichliche Mengen von Alkohol enthielt: Es war brennbar, roch und schmeckte stark nach Alkohol und gab die Jodoformreaktion.

Um mich weiter darüber zu unterrichten, ob die freien Fettsäuren aus dem Milchfett oder aus irgend einer anderen Quelle stammten, züchtete ich den Bacillus in einer fettfreien Nährlösung und unterwarf diese der Destillation. Das gewonnene Destillat reagierte neutral, roch nicht im geringsten nach freien Fettsäuren, wohl aber nach Fuselöl, und war spezifisch leichter, als Wasser. Da die Bacillenkultur in fettfreier Nährlösung freie Fettsäuren also nicht enthielt, muss man annehmen, dass die freien Fettsäuren der Milchkulturen aus dem Milchfette stammten.

b) Untersuchung auf peptonartige Verbindungen.

Aus den auf peptonartige Verbindungen zu prüfenden Milchkulturen fällte ich zunächst die Eiweissstoffe durch Essigsäure, filtrierte, engte das klare Filtrat auf dem Wasserbade ein und versetzte mit einer zehnprozentigen Lösung von Phosphorwolframsäure. Der entstandene, die peptonartigen Stoffe enthaltende Niederschlag wurde abfiltriert und auf dem Filter so lange mit Wasser, dem 5 Prozent Schwefelsäure zugesetzt worden waren, ausgewaschen, bis sich Milchzucker nicht mehr nachweisen liess. Den also ausgewaschenen, sauer reagierenden Filterrückstand behandelte ich weiter, um die Phosphorwolfram-Peptonverbindungen zu zerlegen und die peptonartigen Körper wieder in Lösung zu bringen, so lange mit Barytwasser, bis schwach alkalische Reaktion eintrat, filtrierte von dem ungelöst zurückbleibenden phosphorwolframsauren und schwefelsauren Baryt ab, leitete in das Filtrat Kohlensäure ein und trennte schliesslich den entstandenen kohlensauren Baryt durch Filtrieren von der Lösung der peptonartigen Stoffe. Mit dieser Lösung führte ich die Biruretreaktion aus. Durch Zusatz der Lösung von schwefelsaurem Kupfer entstand ein Niederschlag, der sich in der weiter hinzugefügten Kalilauge zum Teil wieder löste. Nachdem sich der Niederschlag abgesetzt hatte, trat die für peptonartige Körper charakteristische Rotfärbung in der überstehenden, klaren Flüssigkeit deutlich hervor.

Aus diesem Verhalten der Milchkulturen folgt, dass durch den Bacillus aus den Eiweissstoffen der Milch Peptone, und

neben diesen noch Körper, welche hinsichtlich ihres chemischen Verhaltens zwischen den Eiweissstoffen und den Peptonen stehen, gebildet werden.

c) Untersuchung auf Milchsäure.

Um auf Milchsäure zu prüfen, fällte ich die Eiweissstoffe, wie es bei der Untersuchung auf Peptone geschehen war, aus, filtrierte ab, neutraliserte das Filtrat durch Zusatz von Kalilauge und dampfte bis zur Sirupdicke ein. Das Fett unmittelbar aus diesem Rückstande zu entfernen, erwies sich als unmöglich, da sich beim Durchschütteln mit Äther eine zähe, schleimige Masse bildete, aus der sich die Ätherfettlösung, selbst nach längerem Stehen, nur ganz unvollkommen abschied. Die Versuche, die ich anstellte, um die Entfettung zu ermöglichen, ergaben, dass sich das Ziel erreichen liess, wenn man den sirupdicken Rückstand mit absolutem Alkohol behandelte und die hierbei ausgeschiedene zähe Masse abfiltrierte. Aus dem neutral reagierenden Filtrat liess sich, nachdem der Alkohol abdestilliert war, mit Äther sehr leicht zunächst das Fett und, nachdem die Ätherfettlösung entfernt und mit Schwefelsäure angesäuert worden war, auch die Milchsäure, falls sie sich vorfand, ausschütteln. Von der erhaltenen sauren Äthermischung destillierte ich den Äther ab, verdünnte den Rückstand, der die Milchsäure enthalten musste, versetzte mit kohlensaurem Zink im Überschuss, kochte einige Zeit, filtrierte von dem überschüssigen Zinkkarbonat ab, engte das klare Filtrat genügend ein und stellte zum Auskrystallisieren auf. Es schieden sich in der That Krystalle ab, die ich durch Umkrystallisieren reinigte. Diese Krystalle stimmten in ihren Formen, in ihrer Anordnung und in ihrem chemischen Verhalten vollkommen mit Krystallen von milchsaurem Zink, die ich mir zum Vergleiche aus reiner Milchsäure dargestellt hatte, überein. Es ergiebt sich hieraus, dass der Bacillus die Fähigkeit besitzt — wahrscheinlich auf Kosten des Milchzuckers — Milchsäure zu bilden.

Bei den eben beschriebenen Untersuchungen kam es mir nur darauf an, die chemischen Veränderungen, welche der Bacillus in der Milch hervorruft, der Hauptsache nach und ganz im allgemeinen kennen zu lernen. Ein näheres Eingehen auf dieses Gebiet konnte schon deshalb nicht in meiner Absicht liegen, weil die hierfür nötigen Untersuchungen viel zu weitläufig und

viel zu schwierig sind, als dass sie sich innerhalb des Rahmens, den ich mir für meine Arbeit gewählt habe, nebenbei erschöpfend behandeln liessen.

Käse aus Milch, die mit dem Bacillus geimpft worden war, zeigten schon 48 Stunden nach der Impfung eine weit stärkere Lochung, als die aus derselben, aber nicht geimpften Milch bereiteten Vergleichskäse.

Zur Feststellung der Pathogenität impfte ich 3 weisse Mäuse und ein Meerschweinchen in der Weise mit dem Bacillus, dass ich den Mäusen je 0.5 ccm und dem Meerschweinchen 1 ccm einer Bouillonkultur in eine Hauttasche einspritzte. An den Versuchstieren, die nach der Impfung 4 Wochen lang beobachtet wurden, traten während dieser Zeit keinerlei krankhafte Symptome auf; es dürfte also der Bacillus, nach obigen Versuchen zu urteilen, nicht pathogen sein.

Der Mikroorganismus, um den es sich hier handelt, ist weder in den Tabellen von Eisenberg noch in anderen neueren Fachschriften beschrieben. Er erscheint daher als neu, und ich glaube das Recht zu haben, ihn mit einem besonderen Namen belegen zu dürfen. Wegen seiner Eigenschaft, bei der Käsereifung die gewünschte, regelrechte Lochung hervorzurufen, möchte ich ihn Bacillus diatrypeticus casei nennen. — Nachdem ich, wie oben angegeben wurde, den Bacillus diatrypeticus casei in mehreren Proben ostpreussischer Mischmilch gefunden hatte, liess ich mir durch Herrn Obi, Käser in Hendschikon, 2 Proben von frischen Emmenthaler Käsen zu bakteriologischen Untersuchungen direkt aus der Schweiz kommen. In beiden Käseproben gelang es mir, den Bacillus zu finden. Wie mir Herr Obi nachträglich mitteilte, zeigen die beiden mittlerweile reif gewordenen Käse, von denen die untersuchten Proben stammten, eine regelrechte Lochung und einen feinen Geschmack.

Diese Untersuchungen machten es wahrscheinlich, dass der Bacillus diatrypeticus casei in Milch und deren Erzeugnissen immer und überall vorhanden ist, und es drängte sich die Frage auf, wie er wohl in die Milch gelangte. Dies zu ermitteln, war nun meine weitere Aufgabe.

Am nächsten lag es, an eine Infektion der Milch durch den Ausführungskanal der Zitzen am Euter, oder an eine Einwanderung aus der Luft zu denken; denn dort, sowohl wie in der Luft, finden sich sehr viele Mikroorganismen, und sowohl

mit den Wänden des Ausführungskanals, wie mit der Luft, kommt die Milch in unmittelbare Berührung. Es gelang mir jedoch nicht, den Bacillus hier, wo ich ihn zunächst vermutete, nachzuweisen. Ich suchte ihn nun in Gartenerde, Presshefe, verdorbenen Rapskuchen, Spülwasser, stagnierendem Wasser, altem Fleisch und Kuhkot. In allen diesen Substraten gelang es mir auch, ihn aufzufinden. Am wahrscheinlichsten ist, dass der Bacillus der Milch meistens und hauptsächlich durch Kuhkot unmittelbar zugefügt wird, denn mit Kotteilen kommt die Milch immer in Berührung, da sich Kot auch bei sorgfältigem Melken nur sehr schwer ganz vom Euter oder den Händen der Melkenden fernhalten lässt. Es wird der Bacillus mit dem Futter von den Tieren aufgenommen, durchwandert den Darmkanal, innerhalb dessen er sich vielleicht noch stark vermehren kann, wird dann mit dem Kote ausgeschieden und kommt von diesem aus in die Milch. Es muss also ein Futter, auf dem dieser Gärungserreger üppig wuchert, auch einen Kot geben, der besonders reich an demselben Mikroorganismus ist. Käme beim Melken jedesmal ungefähr gleichviel Kot in die Milch, so wäre die Menge der in die frische Milch gelangenden Bacillen mittelbar abhängig von der bakteriologischen Beschaffenheit des verabreichten Futters. Gelänge es, den Beweis dafür zu erbringen, dass einseitiges Vorherrschen unseres Bacillus unter den vielen Arten der Mikroorganismen der Milch die Käsegärung nachteilig beeinflussen kann, so fände damit nicht nur mancher gefürchtete Käsefehler in sehr einfacher Weise und ohne die herkömmliche Annahme, dass es Organismen gäbe, welche die Käsegärung nur stören, seine Erklärung, sondern es wären auch wertvolle Fingerzeige für eine erfolgreiche Bekämpfung dieser Käsefehler gewonnen. Um diesen Beweis zu versuchen, teilte ich 6 Liter gut durchgemischter Milch in 3 gleiche Teile, No. 1, 2 und 3, und verarbeitete jeden Teil für sich zu Käse. Der Teil No. 1 wurde auf etwa 35 ° C. erwärmt, mit 5 ccm einer 48 Stunden alten Bouillonkultur des Bacillus diatrypeticus casei geimpft und mit sterilem Lab in 10 Minuten zum Dicken gebracht. Das erhaltene Gerinnsel presste ich und formte es zu einem kleinen Rundkäse No. 1. In ähnlicher Weise verfuhr ich auch mit den beiden anderen Teilen der Milch, aus denen ich die Käse No. 2 und No. 3 machte. Der Teil No. 2 wurde nur insofern anders behandelt, als ausser den 5 ccm einer Bouillonkultur von Bacillus diatrypeticus casei

noch 25 ccm einer Bouillonkultur nicht gasbildender, fakultativ ärober Organismen, die ich aus Milch gewonnen hatte, eingeimpft wurden. Der Teil No. 3 endlich wurde zuerst 30 Min. lang auf 60° erwärmt, hierauf auf 35° abgekühlt, wie No. 1 mit 5 ccm einer Bouillonkultur des Bacillus diatrypeticus casei geimpft und dann auf Käse verarbeitet.

Wie ich durch Versuche fand, werden durch 30 Minuten langes Erwärmen auf 60° ungefähr 95 % aller in der Milch enthaltenen Keime getötet.

Die Versuchskäse mussten nach 3 Tagen angeschnitten werden, weil die Rinde des Käses No. 3 infolge der starken Gasentwickelung im Innern schon an vielen Stellen durchbrochen war, so dass das entstehende Gas nicht mehr zur Vergrösserung der Löcher in der Käsemasse beitrug, sondern unmittelbar in die Luft entwich.

Fig. 3 zeigt das photographische Bild der 3 in der Mitte durchschnittenen Käse. No. 3 hat die grössten und No. 2 die kleinsten Löcher und No. 1 hält in der Lochung die Mitte zwischen den beiden anderen.

Der soeben beschriebene Versuch wurde von mir wiederholt und immer genau mit dem gleichen Erfolge ausgeführt. Es lassen sich aus ihm interessante Schlüsse ziehen.

Je mehr bei der Käsegärung die nicht gasbildenden Bakterien die gasbildenden der Menge nach überwiegen, um so kleiner werden die Löcher in den Käsen.

Bei der Beschreibung der Wachstumsverhältnisse des Bacillus in den gefüllten Rollröhrchen (vergl. oben S. 23), zeigte sich, dass Kulturen, trotzdem gasbildende Bakterien in ihnen vorhanden sind, doch unter Umständen keine Gasentwickelung erkennen lassen. Es erklärt sich dies bei den Gelatinekulturen daraus, dass die gasbildenden Bakterien durch die nicht gasbildenden überwuchert werden, und dass es daher, trotzdem gasbildende in Menge vorhanden sind, doch nicht zur Gasentwicklung kommen kann. Ähnlich wie in der Gelatine könnten auch in den reifenden Käsen die gasbildenden Bakterien durch andere unterdrückt werden, was zur Folge haben müsste, dass die Käse keine Lochung gewännen, sondern ohne Augen oder, wie man sagt, „blind“ blieben. Man hat zu gewärtigen, blinde Käse zu erhalten, wenn sich die Bakterien bereits in der Milch derartig vermehrt haben, dass sie sich in der Käsemasse nicht

zu grösseren Kolonien entwickeln können, weil die entstehenden Kolonien zu nahe an einander liegen und daher alsbald durch die Ausscheidungsstoffe der Nachbarkolonien (Milchsäure u. s. w.) in ihrem Wachstum gehindert werden.

Die Entstehung blinder Käse könnte aber auch noch auf eine andere Weise erklärt werden:

Erstens könnte man denken, dass die zu Käse verarbeitete Milch vielleicht gasbildende Organismen überhaupt nicht enthielte, und zweitens könnte man vermuten, dass vielleicht durch fehlerhaftes d. h. durch zu starkes und zu anhaltendes Nachwärmen der Käsemasse im Käsekessel, wobei man in der Praxis zuweilen Wärmegrade bis zu 58 ° C. in Anwendung bringt, die gasbildenden Organismen abgetötet worden wären.

Die Möglichkeit des Fehlens des Bacillus in der Milch ist vielleicht für hochgelegene Alpen nicht ganz, aber für Niederungen gewiss völlig ausgeschlossen. In tief gelegenen Gegenden finden sich schon an und für sich stets mehr Bakterien, als auf den hohen, luftigen und kühlen Geländen der Alpen. Ferner ist auch in den Niederungen die Beschaffenheit des Futters, und daher auch die Beschaffenheit des Kotes des Rindviehs eine andere, als auf den Bergen, auf denen nur frisches Gras zur Verfügung steht. Im Flachlande erhält das Vieh neben Gras und Heu eine ganze Reihe anderer Futtermittel, namentlich auch Fabrikrückstände verschiedenster Art, von denen einige besonders reich an Bakterien sind. Es ist daher kaum denkbar, dass im Flachlande Milch vorkäme, die den Bacillus diatrypeticius casei nicht enthielte.

Die Frage, ob der Bacillus durch zu starkes Nachwärmen der geronnenen Käsemasse getötet werden kann, lässt sich nicht ohne weiteres beantworten, sondern müsste durch Versuche entschieden werden. Wahrscheinlich ist es freilich nicht dass der Bacillus während des Nachwärmens abgetötet werden kann, und zwar aus folgenden Gründen:

1. Weil die Durchwärmung der einzelnen Stücke der geronnenen Masse während des Nachwärmens niemals eine gleichmässige und vollständige sein kann, und weil sicherlich die einzelnen Stücke in ihrem Innern niemals die volle, in der umgebenden Flüssigkeit herrschende Wärme gewinnen;
2. weil der gasbildende Bacillus, wie früher gezeigt wurde (vergl. S. 24), gegen Wärme so unempfindlich ist, dass er

die beim Nachwärmen eingehaltene Temperatur selbst in Milch, wo er doch viel weniger Schutz findet, als im Innern der Käsestückchen, während des Nachwärmens zu überdauern vermag.

Bisher war von den blinden Käsen, an denen von Gasentwicklung nichts zu merken ist, die Rede. Bei der Herstellung von Hartkäsen kommt es jedoch auch vor, dass man unter einer zu starken Gasentwicklung, durch welche die Käse aufgebläht werden, zu leiden hat. Auch für die Erklärung des Entstehens geblähter Käse bieten die beschriebenen Versuche Anhaltspunkte.

Gelegentlich der Schilderung der Wachstumsverhältnisse in Gelatinestichkulturen wurde hervorgehoben, dass der Bacillus die Fähigkeit besitze, von seinen ursprünglichen Kolonien aus an den Innenwänden der von ihnen durch Gasentwicklung erzeugten Höhlungen weiter zu wachsen und so längere Zeit eine rege Entwicklung von Gasen zu unterhalten. Ein solches Wachstum des Bacillus an den Innenwänden der Löcher wird aber nur unter der Voraussetzung stattfinden können, dass der Nährboden für ihn nicht schon von vornherein durch andere Bakterien oder die von ihnen erzeugten Zersetzungsstoffe unfruchtbar gemacht wurde.

Demnach ist es wahrscheinlich, dass geblähte Käse entstehen, wenn die frischen Käse verhältnismässig wenige Bakterien enthalten, aber ein Gemenge von Bakterienarten, von dem die gasbildenden einen hohen Prozentsatz ausmachen.

Hiernach würden durch den Bacillus geblähte Käse entstehen können beim Verarbeiten der frischen Milch von Kühen die mit Rückständen von Gärungsgewerben gefüttert und nicht mit der nötigen Sorgfalt und Reinlichkeit gemolken wurden.

Weiter könnte vielleicht das Blähen der Käse dadurch verursacht werden, dass man gewöhnliche, die verschiedenen Arten der Mikroorganismen in günstigem Mengenverhältnis enthaltende Milch beim Verkäsen zu stark und zu lange nachwärmt. Es könnte nämlich hierdurch die Wirkung des Bacillus diatrypeticus casei, der diese Wärme gut verträgt, während die anderen Bacillen dabei zu Grunde gehen, in vorwiegendem Grade zur Geltung gebracht werden.

Die Untersuchung seiner Milchkulturen hatte ergeben, dass er aus dem Milchfett freie Fettsäure abzuspalten vermag, und so dürfte vielleicht der bittere, unangenehme Geschmack, den

geblähte Käse gewöhnlich zeigen, hierauf zurückzuführen sein.

Wie die Entstehung der blinden und geblähten Käse, so könnte man auch noch manchen anderen sogenannten Käsefehler auf Grund der gewonnenen Anschauungen zu erklären versuchen. Indessen glaube ich vorläufig hiervon absehen zu sollen, bis ich meine Versuche, die ich bisher nur im Laboratorium und im kleinen auszuführen in der Lage war, in einer Molkerei im grossen werde wiederholt haben, wozu sich mir voraussichtlich in nächster Zeit Gelegenheit bieten wird. Ich muss mich hier mit dem Hinweise darauf begnügen, dass die bisherigen Anschauungen über das Wesen und die Ursachen der Käsefehler nicht zutreffende waren.

Versteht man es erst einmal, die Käsefehler richtig zu beurteilen, so kann es auch nicht mehr allzu schwierig sein, die Praxis der Käserei sicherer und von mancherlei Zufälligkeiten unabhängig zu machen.

Aus den vorstehenden Untersuchungen ergiebt sich auch, dass die Möglichkeit, tadellose Hartkäse, z. B. Emmenthaler Käse, herzustellen, weniger von der chemischen, als vielmehr von der bakteriologischen Beschaffenheit des den Milchkühen gereichten Futters abhängt.

Es ist bekannt, dass die Käser, namentlich die Schweizer Käser, von ihrem Standpunkt aus jeder neuen, auf die Verbesserung des landwirtschaftlichen Betriebes abzielenden Massnahme ein gewisses Misstrauen entgegenbringen. Wenn sie glauben, dass durch die Anwendung von käuflichen Dünge- und Futtermitteln die Sicherheit und Rentabilität der Herstellung der Emmenthaler Käse gefährdet werde, so haben sie insofern nicht ganz Unrecht, als sich mit jeder solchen Massnahme das Mengenverhältnis der verschiedenen Bakterienarten im Kuhkote und hiermit auch in der Milch verändert.

Die Herstellung von Emmenthaler Käsen wurde in der Schweiz bis etwa um die Mitte dieses Jahrhunderts hauptsächlich im Sommer auf den Alpen betrieben, und erst von da ab allmählich und mit einem gewissen Widerstreben in die Thäler verpflanzt und auch im Winter fortgesetzt. Gegenwärtig hat sich die Fabrikation der Emmenthaler Käse in etwas abgeänderter Form in den Thalkäsereien der Schweiz überall vollkommen eingebürgert und wird auch ausserhalb der Schweiz, im Flachlande,

vielfach geübt. Aber auch heute noch gelingt die Herstellung dieser Käse auf den Alpen viel leichter und sicherer, als irgendwo anders. Auf den Alpen werden die Weideflächen wenig oder garnicht gedüngt, die Kühe ausschliesslich mit frischem Grünfutter genährt, und dies bringt es mit sich, dass sich im Laufe des Sommers das gegenseitige Mengenverhältnis der verschiedenen Bakterienarten nur sehr wenig verändert. Ist die Herstellungsweise der Käse aber einmal den in der Milch enthaltenen Gärungsorganismen angepasst, so kann sie immer die gleiche bleiben und wird immer von demselben guten Erfolge begleitet sein. Ganz anders liegen die Verhältnisse im Flachlande, wo der Bakteriengehalt des Viehfutters sowohl unmittelbar durch Abänderungen der Mischung der Futterrationen, als auch mittelbar durch die verschiedenen zur Verwendung kommenden Düngemittel beständig beeinflusst und verändert wird.

Es lässt sich erwarten, dass die theoretischen Forschungen über die Käsereifung nicht nur wissenschaftlich interessante Ergebnisse liefern, sondern auch der Praxis zu gut kommen werden, indem sie die Wege erkennen lassen, die man einzuschlagen hat, um die angedeuteten Unsicherheiten für die Praxis unschädlich zu machen.

Kurze Zusammenstellung der Ergebnisse.

1. Die im Lab enthaltenen Bakterien haben für die Gärung und Reifung der Käse nicht die grosse Bedeutung, die man ihnen zuschreiben zu müssen glaubt.

2. Lablösungen lassen sich sowohl bei neutraler, wie bei schwach saurer Reaktion durch die fraktionierte Sterilisierung keimfrei machen, verlieren dabei aber fast die Hälfte ihrer Wirksamkeit.

3. Nach meinen Versuchen ist es nicht möglich, Marktmilch zu sterilisieren, ohne sie zum Verkäsen untauglich zu machen.

4. Die Bildung der Löcher (Öffnungen, Augen) in den Hartkäsen wird der Hauptsache nach nur durch einen Bacillus, den ich Bacillus diatrypeticus casei nenne, bewirkt. Dieser Bacillus veranlasst je nach Umständen die regelrechte, oder

eine fehlerhafte Lochung. Hefezellen oder Bakterien mit der spezifischen Eigentümlichkeit, unerwünschte Gärungen zu veranlassen, kommen für die Erklärung der fehlerhaften Lochung der Hartkäse nicht in Betracht.

5. Das die Löcher der Käse hervorbringende Gas besteht hauptsächlieh aus Kohlensäure (63 $^0/_0$) und Wasserstoff und enthält ausserdem nur noch kleine Mengen anderer Gase, jedoch keine Kohlenwasserstoffe.

6. Bei der durch den genannten Bacillus in den Käsen veranlassten Gärung entsteht auch Alkohol.

7. Wenn die echten, d. h. in der Schweiz selbst hergestellten, sogenannten Emmenthaler Käse im Durchschnitt besser sind, als die anderwärts bereiteten, so liegt dies weniger an dem aromatischen Futter, das die Kühe auf den Alpweiden finden, oder an dem vielleicht etwas grösseren Fettreichtum der Schweizer Milch, als vielmehr daran, dass dort das Mengenverhältnis der einzelnen Arten der Bakterien in der Milch geringeren Schwankungen unterworfen, und die Bereitungsweise der Käse der Mischung der Bakterien in der Milch besser, als anderwärts, angepasst ist.

Untersuchungen über die Futtermittel des Handels,
veranlasst 1890 auf Grund der Beschlüsse
in Bernburg und Bremen
durch den
Verband landwirtschaftl. Versuchs-Stationen im Deutschen Reiche.

IV. Rückstände der Fabrikation ätherischer Öle.

Von

Dr. PAUL UHLITZSCH,

Botaniker der Kgl. Sächs. Versuchs-Station Möckern.

(Hierzu Tafeln II—IV.)

Die Familie der Doldenpflanzen oder Umbelliferen umfasst eine grosse Anzahl von Pflanzen, deren Früchte oder Wurzeln ätherisches Öl enthalten. Oft ist dasselbe in allen Teilen der Pflanze zu finden, nicht immer aber aus verschiedenen Teilen derselben Pflanze in gleicher physikalischer und chemischer Beschaffenheit zu erhalten. Es kommen in Betracht:

Cicuta virosa *L.*, Wasserschierling, Samen und Wurzeln liefern das Wasserschierling-Öl.

Pastinaca sativa *L.* Früchte oder Samen enthalten das Pastinak-Öl.

Heracleum *L.* Verschiedene Abarten enthalten in Früchten und Samen das Heracleum-Öl.

Pimpinella Anisum *L.*, Anis. Die Früchte ergeben das Anis-Öl.

Pimpinella Saxifraga *L.*; aus den Wurzeln erhält man das Pimpinellen-Öl.

Foeniculum officinale *All.*, Gartenfenchel. Die Frucht liefert das Fenchel-Öl.

Phellandrium aquaticum *L.*, Wasserfenchel. Aus der Frucht wird Wasserfenchel-Öl gewonnen.

Anethum graveolens *L.*, Dill. Die Frucht liefert das Dill-Öl.

Carum Carvi *L.*, Kümmel. Aus den Früchten erhält man das Kümmel-Öl.

Carum Ajowan *Benth.*; die Früchte enthalten das Ajowan-Öl.

Cuminum Cyminum *L.*, Kreuzkümmel. Die Früchte liefern das Römischkümmel-Öl.

Petroselinum sativum *L.*, Petersilie. Aus den Früchten gewinnt man das Petersilien-Öl.

Athamanta Oroselinum *Mönch.* Das Kraut enthält das Bergpetersilien-Öl.

Apium graveolens *L.*, Selleriè. Alle Teile der Pflanze ergeben Selleriè-Öl.

Angelica Archangelica *L.*, Engelwurzpflanze. Früchte und Wurzeln liefern Angelika-Öl.

Levisticum officinale *Koch*, Liebstöckel. Die Wurzeln enthalten das Liebstöckel-Öl.

Euryangium Sumbul *Kauff.* Die Sumbulwurzel ergiebt das Moschuswurzel-Öl.

Dorema Ammoniacum *Don.* Der eingetrocknete Milchsaft liefert Ammoniakgummi-Öl.

Ferula Scorodasma und F. Narthex *Boiss.*, Stinkasant. Das Gummiharz ergiebt Asa foetida-Öl.

Ferula galbaniflua und F. rubicaulis *Boiss.*, Mutterharzpflanze. Liefert das Galbanum-Öl.

Dancus Carota *L.*, Möhre. Wurzeln und Früchte enthalten das Möhren-Öl.

Imperatoria Ostruthium *L.* Die Wurzel ergiebt das Meisterwurzel-Öl.

Coriandrum savitum *L.*, Koriander. In den Früchten ist das Koriander-Öl enthalten. (Bornemann.)

Die technisch wichtigsten Öle der Gruppe sind das Anis-, Fenchel- und Kümmel-Öl, in zweiter Linie Dill-, Römischkümmel-, Koriander- und Ajowan-Öl.

Die sehr charakteristische Frucht der Umbelliferen geht aus unterständigem, zweifächerigem Ovarium hervor. Die dünne Samenhaut verwächst frühzeitig mit der Fruchtwand, sohin ist die Frucht stets eine Doppelcaryopsis und nicht, wie gewöhnlich angegeben, ein Doppel-Achenium. Zur Zeit der Reife trennen sich fast regelmässig, mit wenigen Ausnahmen (Phellandrium), die beiden Hälften, so dass demnach die Gesamtfrucht der Umbelliferen ein aus zwei Teilfrüchten (Mericarpien) bestehendes Schizocarp ist, jedes Mericarp aber eine Caryopsis darstellt.

Eigentümlich ist das Vorkommen des sog. Fruchtträgers, Carpophorum. Derselbe ist nicht als ein eigenes Organ zu be-

trachten, sondern ist nur durch Differenzierung aus den, an der Verwachsungsnaht der beiden Fruchtblätter gelegenen Teilen derselben hervorgegangen.

Die mit einander verwachsenen, später sich trennenden Ränder der beiden Fruchtblätter bilden die Naht, commissura.

An dem freiliegenden äusseren Teil der Fruchtblätter lassen sich, meist sehr deutlich, fünf lineale, der Längsachse der Frucht und unter sich parallel verlaufende Hervorragungen, Rippen, erkennen. Die mittlere wird als Rückenrippe, die beiden rechts und links folgenden werden als Seitenrippen, die beiden nahtständigen als Rand oder Kommissurrippen bezeichnet. Sie entsprechen den im Innern des Pericarps verlaufenden Gefässbündeln, ihre Entwicklung ist jedoch ganz unabhängig von jenen. Zu den fünf Längsgefässbündeln gesellt sich noch als sechstes ein zentrales, das Säulchen bildende Bündel.

Die zwischen diesen fünf Rippen liegenden vier Längsrinnen hat man Thäler genannt. Nicht selten erhebt sich aus den Thälern je eine Längsrippe zweiten Grades. Diese Nebenrippen können niedriger oder höher sein, als die fünf Hauptrippen.

Auf der Spitze der Frucht ist noch zu erkennen das Griffelpolster, der sog. Griffelfuss, eine drüsige, scheibenförmige Erweiterung der Griffelbasis, auf welcher noch zwei kurze Griffelüberreste sich befinden. Auch findet sich hin und wieder (Coriandrum) ein kleiner kronenartiger Kelch.

Der anatomische Bau der Fruchtwand ist meist einfach Die äussere Epidermis besteht im allgemeinen aus kleinpolyonalen, etwas geschlängelten Elementen mit zahlreichen Spaltöffnungen, die Innenepidermis besteht meist aus quergelegten, gestreckt rechteckigen, dünnwandigen Zellen.

Die Partie zwischen den beiden Epidermen führt gewöhnlich dünnwandiges, reichlich mit Chlorophyll versehenes Parenchym. Es sind daher die aus Umbelliferenfrüchten bereiteten weingeistigen Auszüge (Tinctura foeniculi, anisi etc.) stets intensiv grün gefärbt.

Koriander enthält neben dem Parenchym auch Sclerenchym, beim Fenchel ist ein grosser Teil der Fruchtparenchymzellen sehr schön porös verdickt.

Im Innern des Fruchtgewebes findet man fast regelmässig längs verlaufende Kanäle, welche durch Auseinanderweichen

von vier Zellen, sowie lebhaftes Wachstum und Teilung durch Radialwände in dem den Kanal begrenzenden Epithel entstanden sind. Durch dieses Auseinanderweichen bildet sich zunächst ein schmaler, spaltenförmiger Raum, der sich erst nach dem Auftreten des ätherischen Öles und wohl auch erst in Folge desselben erweitert und abrundet. Diese Kanäle verlaufen der Fruchtaxe parallel und können häufig schon oberflächlich bemerkt werden. Man bezeichnet sie als Striemen, Streifen, striae, vittae. Für gewöhnlich liegen sie in den Thälchen der Fruchtschale, zwischen den Rippen in der Einzahl oder Mehrzahl (Anis) oder dort und (meist in der Zweizahl) an der Kommissuralseite (Cuminum Cyminum, Carum Carvi, C. Ajowan, Foeniculum, Anethum) oder nur an der Kommissuralseite (Coriandrum).

Schon im Fruchtknoten sind sie fast vollständig ausgebildet. Stets verlaufen sie gangartig, beiderseits blind endigend, an der Spitze der Frucht unter sich und mit den Luftkanälen anastomosierend. Sie enthalten an ätherischem Öl reiche, meist mit Pflanzenschleim vermengte Balsame und Gummiharze.

Die Samen der Umbelliferenfrüchte sind gerade oder schwach einwärts gebogen, ihre Samenschale besteht aus der meist wohlerhaltenen, grosszelligen, parenchymatischen Oberhaut, unter welcher noch geringe Überreste einiger tangential höchst komprimierter Parenchymzellreihen zu bemerken sind.

Das Endosperm selbst besteht aus isodiametrischen, radiär angeordneten, mässig dickwandigen Parenchymzellen, die Verdickungsart ihrer Membranen ist die gleichmässige, Porenkanäle sind nicht zu bemerken. Sie haben ein etwas gallertiges Aussehen. Sie enthalten reichlich Fett und Proteïn, jedoch keine Stärke. Ihre Aleuronkörner zeigen nach Pfeffer (Pringsh. Jahrb. 1872 p. 468) Krystalle und Globoide als Einschlüsse. Die Zellen in denen sie vorkommen, sind unregelmässig verteilt.

An der Spitze des Endosperms und Samens findet sich der verhältnismässig kleine Embryo. Er ist stärkefrei, gerade, sein Würzelchen nach oben gekehrt. — (Harz.)

Die zur Gewinnung ätherischen Öles zu verarbeitenden Samen werden entweder unzerkleinert oder zerkleinert angewendet. Für die Gewinnung von flüchtigen Ölen genügt die Zerkleinerung der Körner durch Walzwerke, während bei Darstellung des fetten Öles noch weitere Zerkleinerung auf dem Kollergang zu folgen hat.

Die Einrichtung eines Walzwerkes ist im ganzen einfach. Durch einen Trichter, in dem sich eine Speisewalze befindet, gelangen die Samen zwischen zwei Walzen, die aus Stein oder Eisen gearbeitet, glatt poliert oder geriffelt sind. Die Walzen haben nicht ganz gleichen Durchmesser und besitzen verschiedene Umfangsgeschwindigkeit, was ein besonders gutes Vermahlen bewirkt, denn hierdurch wird einerseits Druck, andererseits Reibung erzeugt. Während die eine Walze fest gelagert ist, hat die andere ein verstellbares Lager, einen Schlitten, welcher mittels einer Schraube in einem Schlitz hin und her bewegt werden kann. Der Andruck durch die Schraube ist elastisch. Durch diese Einrichtung wird erreicht, dass man den Abstand der Walzen nach der Korngrösse regeln kann und dass etwa zwischen die Walzen gelangende Fremdkörper von grosser Härte eine Verschiebung der beweglichen Walze bewirken können, wodurch eine Beschädigung vermieden wird. Der zerquetschte Same wird durch einen Abstreicher von der unteren Seite der feststehenden Walze in ein untergestelltes Gefäss geworfen.

Die genügend vorbereiteten Samen werden nun entweder ohne Wasser durch direkt eingeleiteten Dampf destilliert oder es wird die Substanz mit Wasser in einer Blase mittelst eines Dampfmantels durch Dampf von etwa 3 Atmosphären Spannung erwärmt.

Die meisten ätherischen Öle haben die Eigenschaft, obwohl erst bei hohen Temperaturen siedend, sich mit Wasserdämpfen leicht zu verflüchtigen, und beim Verdichten der Dämpfe findet eine Trennung des Wassers und Öls und eine Sonderung beider nach ihren spezifischen Gewichten statt. Damit dem Wasser oder Dampf die Möglichkeit geboten wird, in das Innere der zu verarbeitenden Samen einzudringen, und um dem Öl Gelegenheit zu geben, von grossen Oberflächen zu verdampfen, ist es nötig, vor der Destillation eine mechanische Zerkleinerung — Zerquetschung — der Samen auszuführen.

Die Verflüchtigung des ätherischen Öls geht nun aber nicht augenblicklich vor sich, sondern nimmt eine geraume Zeit in Anspruch, ist endlich alles Öl frei geworden, so bedarf es noch einer fortgesetzten langen Einwirkung des Wasserdampfes bei völliger Durchdringung der Pflanzen, um nach und nach alles ätherische Öl mit überzureissen.

Die Einrichtung eines Destillierapparates ist in ihren Hauptteilen stets dieselbe; sie setzt sich zusammen aus Retorte (Blase), Kühler und Vorlage. Die Retorte besteht aus dem Bauche oder der eigentlichen Blase, dem Helm und dem an letzteren sich anschliessenden, abwärts geneigtem Halse. An den Hals der Retorte schliesst sich luftdicht, aber abnehmbar, der Kühler (Kondensator) an. Die Vorlage besteht in der Regel aus einer sog. Florentiner Flasche.

Bezüglich der Beschickung der Retorte bestehen nicht unbeträchtliche Unterschiede.

Die älteste und einfachste Methode ist die, Pflanzen und Wasser in die Blase zu bringen und zu kochen. Eine zweite Art der Beschickung ist die, auf dem Boden der Retorte einen zweiten mehrteiligen Siebboden aufzustellen, auf welchen die Pflanzenteile zu liegen kommen oder einen gelochten Korb mit den Pflanzen gefüllt einzuhängen oder endlich den Helm besonders zu gestalten und mit dem Pflanzenmaterial zu füllen. —

Die Blase des grossen Dampfdestillierapparates der Firma Schimmel & Co. in Leipzig, aus Eisen gefertigt, ist 3.1 m hoch und besitzt 1.2 m oberen und 1.6 m unteren Durchmesser; sie wird aussen mit einem schlechten Wärmeleiter umhüllt und besitzt Vorrichtungen, welche es zulassen, sie in ihrer ganzen Höhe durch geschlossenen Dampf zu heizen. Sie vermag z. B. 2500 kg Kümmel zu fassen, die in 8 Stunden abdestilliert sind. Die Retorte wird direkt von der Zerkleinerungsmaschine beschickt. -- Vier solche Apparate sind aufgestellt. —

Die durch Destillation entölten Materialien bilden in vielen Fällen ein wertvolles Nebenprodukt der Fabrikation. Sie enthalten die sämtlichen Bestandteile der Rohstoffe mit Ausnahme der ätherischen Öle, resp. der Stoffe, aus welchen dieselben hervorgegangen sind. Die entölten Samen sind namentlich reich an Eiweiss, Fett und sonstigen Nährstoffen der Tiere und können daher als konzentrierte Futtermittel Verwendung finden, und zwar können die mit direktem Dampf destillierten Samen entweder in frischem Zustand (an Milchtiere) verfüttert, oder zweckmässiger, getrocknet in den Handel gebracht werden.

Ein von Theisen in Leipzig konstruierter Trockenapparat hat sich im Grossbetriebe vortrefflich bewährt. Er besteht aus einem langgestreckten muldenförmigen Körper, an dessen Kopfende das zu trocknende Material durch eine Transportschnecke

beständig eingefüllt wird. Der fast halbkreisförmig gestaltete Boden ist, um die Hitzfläche möglichst zu vergrössern, aus gewelltem Blech hergestellt und von einem Dampfmantel umgeben. In diesen tritt der Heizdampf an dem einen Ende ein, während das Kondenswasser am entgegengetzten Ende seinen Abfluss findet. Im Innern des langgestreckten muldenförmigen Körpers liegt eine lange, durch ein Vorgelege in langsame Rotation zu versetzende Welle, an welcher Schaufelleisten mittels Speichen befestigt sind. An diese Leisten sind schwach gekrümmte Schaufelbleche geschraubt, die so gestellt sind, dass sie in die Vertiefungen der Wellungen des Bodenblechs eingreifen. Bei der Rotation der Welle wird das am Kopfende eingeworfene, auf dem Boden liegende Material beständig von den einzelnen Schaufeln gehoben, gleitet dann an den Schaufeln herab, kommt immer mit neuen Stellen des geheizten Bodens in Berührung, wird nach und nach dem entgegengesetzten Ende des Apparates zugeführt und fällt hier, vollständig trocken, heraus.[1])

Diese Art des Trocknens bietet die grösste Garantie, dass den Rückständen, die in diesem Zustande überdies noch alles fette Öl enthalten, nichts Fremdartiges beigemegt werden kann, eine Prüfung derselben wird deshalb auch am besten makroskopisch (mit der Lupe) vorzunehmen sein.

Ursprünglich wurden die Rückstände, um sie in eine leichter transportable Form zu bringen, in Kuchen gepresst, wobei noch ein Teil des fetten Öles gewonnen werden konnte. In dieser Form kamen namentlich abdestillierte Fenchel- und Kümmelsamen in den Handel, gegenwärtig werden jedoch die ausgedämpften Samen meist in unzerkleinertem Zustande, also von dem Aussehen der frischen Samen als Futtermittel verwertet.

Auch als Beimengung oder Hauptbestandteil von Viehpulvern kommen die Rückstände betrügerischer Weise zum Verkauf und werden so den Landwirten zu unverhältnismässig hohen Preisen angeboten. Ich erinnere nur an „Champion Spice“ und das „Schweizer Viehmastpulver“.

Nach Mitteilung der Firma Schimmel & Co. in Leipzig, kostete im August 1892 der Zentner getrocknete Rückstände von

Ajowan	Mk.	6.0
Anis	„	5.0
Koriander	„	3.5—4.0

[1]) Muspratt.

Kumin	Mk.	4.0
Fenchel	„	4.5
Kümmel	„	6.0

Bei der Bestimmung des Nährwertes dieser Rückstände hat sich eine ganze Reihe von Abweichungen ergeben, die einer näheren Besprechung unterzogen werden müssen. Zunächst war es die Bestimmung der Rohfaser nach Weender Methode, die ziemliche Schwierigkeiten hervorrief. Es stellte sich sehr bald heraus, dass nebeneinander angesetzte Bestimmungen sehr schlecht übereinstimmten, dass Differenzen bis zu 8 % vorkamen. Es kam hinzu, dass Wiederholungen in den meisten Fällen ganz andere Resultate lieferten als früher gefunden, ja dass die Ergebnisse verschiedener Analytiker nur in den seltensten Fällen, wenn auch nur annähernd, übereinstimmten. Es lag der Gedanke nahe, dass möglicherweise das in den Rückständen reichlich enthaltene fette Öl die Ursache dieser Differenzen sein könne. Um die Richtigkeit dieser Annahme zu prüfen, wurde zunächst (1891) auf Vorschlag von Prof. G. Kühn die abgewogene Substanz (3.4 g genau) auf einem Filter oberflächlich mit kaltem Äther extrahiert, damit wenigstenz der grösste Teil des Fettes weggeschaft werde und dann erst mit Schwefelsäure und Kalilauge behandelt. Die Resultate fielen anscheinend befriedigend aus, die Einzelbestimmungen stimmten in den üblichen Grenzen zur Genüge überein. Im Sommer 1892 nahm ich selbst diese Frage wieder vor und arbeitete mit unentfetteter und mit (soweit wie es mir damals wenigstens schien) vollständig entfetteter Substanz, d. h. mit Substanz, die 16 Stunden im Extraktionsapparat entfettet worden war. Durch diese langwierigen Versuche konnte konstatiert werden, dass bei unentfetteter Substanz in der That grosse oder geringere Differenzen zwischen den Einzelbestimmungen eintraten, während bei entfetteter Substanz meist nur geringe Differenzen zu beobachten sind. In einzelnen Fällen schien es überhaupt kaum möglich, bei unentfetteter Substanz drei übereinstimmende Zahlen zu erhalten. Es ergab sich weiter, dass die Bestimmungen, die mit unentfetteter Substanz ausgeführt waren, viel höher ausfielen, als die mit entfetteter Substanz, ferner, dass kalt und oberflächlich extrahierte Substanz höhere Zahlen liefert, als vollständig entfettete. Das Entfetten übt also einen bedeutenden Einfluss auf die Rohfaserbestimmung aus. Ich lasse in folgender Tabelle die Zahlen folgen, die sich bei den Einzelbestimmungen ergeben haben:

Name	nicht entfettet					Mittel	entfettet			Mittel	Differenz
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Anis von Russland	11.61	11.95	13.31	13.82	14.15	16.00	11.02	11.42	11.99	11.48	4.5
			19.67	20.79	22.73						
Desgl.	11.87	13.42	14.43	14.83	15.57	14.74	8.68	8.71	8.80	8.73	6.0
			15.69	17.35							
Anis von Damaskus	14.76	15.85	15.99	16.62		15.81	10.49	11.03	11.15	10.89	4.9
Ajowan I	16.13	16.37	17.53			16.68	11.68	12.06		11.87	4.8
„ II	12.79	13.54	14.93	15.67		14.23	11.08	11.86	12.33	11.76	2.5
„ III	12.34	12.71	13 67	14.64		13.34	10.92	10.95	11.74	11.20	2.1
Cumin von Aleppo	13.28	13.44	14.24			13.65	10.29	10.88	11.38	10.85	2.8
„ „ Damaskus	11.41	12.25	12.90	14.74	18.82	14.03	9.04	9.76	10.56	9.79	4.2
Koriander von Thüringen	31.35	31.69	33.37			32.14	25.35	26.15	26.26	25.92	6.2
„ „ Russland	18.21	20.05	20.27	20.62	22.76	22.42	19.19	19.57	20.43	19.73	2.7
			24.62	26.12	26.68						
„ „ Marokko	25.54	25.84	26.41			25.93	22.20	22.70	22.93	22.61	3.3
Dill von Bayern	15.17	15.73	16.67			15.86	13.92	15.05	15.23	14.73	1.1
„ „ Thüringen	15.86	16.09	16.52	16.98	17.89	17.26	16.18	16.37	16.49	16.35	0.9
					20.01						
„ „ Ostindien	15.70	17.83	18.29	19.34		17.79	15.98	16.17	16.31	16.15	1.6
Fenchel von Aleppo	15.07	15.71	16.38			15.72	12.00	12.65	12.69	12.45	3.3
„ „ Damaskus	15.91	16.46	16.81			16.39	13.73	13.76	13.88	13.79	2.6
„ „ Lützen	18.51	18.60	19.22			18.78	14.79	15.38	15.49	15.22	3.6
Kümmel von Holland	17.22	17.49	17.84			17.52	13.96	14.09	14.94	14.33	3.2
„ „ Norwegen	15.48	15.89	16.80			16.06	12.30	12.73	12.86	12.63	3.4
„ „ Holland	13.51	14.14	16.11	16.58	16.96	15.75	13.17	13.29	13.64	13.37	2.4
					17.20						

Ob man die 3.4 g Original-Substanz einzeln in Papierhülsen entfettet, oder ob man von einer grösseren Menge Original-Substanz, die 16 Stunden extrahiert und dann wieder lufttrocken geworden ist, eine um den Fettgehalt verminderte Menge abwägt, hat, wie nicht anders zu erwarten, keinen Einfluss auf die Rohfaserzahl.

Die in Möckern seit langem übliche Menge von genau 3.4 g ist nicht absolut nötig, denn bei 3.4 g angewendeter entfetteter Substanz (Koriander) erhielt ich 25.2 %, bei 2.8 g dagegen 25.3 % Rohfaser. Notwendig ist, dass man, wie auch Stutzer in Böckmann, chemisch-technische Untersuchungsmethoden angiebt, eine ca. 3.0 g Original-Substanz entsprechende Menge vollständig entfetteter Substanz anwendet.

Um zu prüfen, ob vielleicht das Trocknen der Rückstände die beobachteten Differenzen bedingen könne, sind verschiedene nicht abdestillierte Umbelliferen-Samen in derselben Weise behandelt worden. Hierbei hat sich ergeben, dass zwischen nicht entfetteter und entfetteter Substanz ebenfalls Differenzen in den Rohfaserzahlen eintreten, doch sind dieselben im allgemeinen geringer und liegen zum Teil innerhalb der Fehlergrenzen, wie aus folgender Zusammenstellung ersichtlich ist:

	Nicht entfettet			Mittel	entfettet			Mittel	Differenz
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Kümmel	14.0	13.8	12.8	13.6	13.1	13.0	13.7	13.3	0.3
dgl.	13.6	14.0	13.9	13.8	12.4	12.6	12.7	12.6	1.2
Fenchel	16.1	16.7	16.7	16.5	16.3	16.8	16.2	16.4	0.1
Koriander	29.7	32.0	32.0	30.1	28.3	26.9	28.6	27.9	2.2
Ajowan	12.3	11.5	11.5	11.7	7.7	8.4	7.8	8.0	3.7

Aus diesen Zahlen geht zunächst hervor, dass das Fett als solches die Ursache der Abweichungen nicht sein kann, da in den nicht abdestillierten Samen entschieden mehr Fett enthalten ist, als in abdestillierten, das Trocknen dagegen scheint entschieden Einfluss zu haben.

Wahrscheinlich macht sich dieser Einfluss in erster Linie bei dem bei der Ätherextraktion mit in Lösung gehenden Balsam bemerklich, der in den Umbelliferenfrüchten, in Verbin-

dung mit dem ätherischen Öl die Balsamgänge derselben erfüllt. Durch die Destillation wird das Lösungsmittel entfernt, das Harz trocknet ein, wird durch die Trocknung der Rückstände fest und leistet nun beim Kochen mit Schwefelsäure und Kalilauge hartnäckigen Widerstand. Durch noch so langes Auswaschen mit Alkohol und Äther, welches bei unentfetteter Substanz Tage in Anspruch nimmt, kann dasselbe dann nicht mehr vollständig entfernt werden.

Auch bei der Ätherextraktion, der Rohfettbestimmung, scheint dieses Harz, welches einen grossen Teil des Rohfettes ausmachen dürfte, nur langsam in Lösung zu gehen. Bei Versuchen, die im Jahre 1890 an der Versuchs-Station Möckern über die Extraktionsdauer verschiedener Futtermittel angestellt worden sind, hatte man gefunden, dass bei den Rückständen der Fabrikation ätherischer Öle eine 16stündige Extraktion genügt, um alles Fett in Lösung zu bringen. Eine von mir ausgeführte Nachextraktion von Fenchelrückständen ergab, dass bei einer weiteren 12stündigen Extraktion noch 0.4 % Ätherextrakt gefunden wurden. Hierdurch veranlasst, habe ich einen Teil der von mir untersuchten Rückstände in diesem Sinne geprüft und allerdings sehr abweichende Zahlen gefunden. Leider konnten diese Versuche aus Mangel an Zeit nicht so vollständig durchgeführt werden, wie es wünschenswert erschien, aus beifolgender Tabelle ist aber zu ersehen, dass zur Fettbestimmung eine 16stündige Extraktion nicht genügt.

(Siehe Tabelle S. 226 u. 227.)

Mit Bezug auf die im speziellen Teil ausgeführten Fettbestimmungen von nicht abdestillierten Samen sei hier eingeschaltet, dass bei denselben die Substanz nur 6 Stunden bei 98° C. vorgetrocknet ist, da bei weiterem Trocknen zu viel ätherisches Öl sich verflüchtigte. Als Trockensubstanz ist in diesen Fällen die 6 Stunden vorgetrocknete Substanz angesehen worden. Die bei diesen Versuchen gefundenen Zahlen sind folgende:

	Wasser		Fett (24st. Extr.)	
	n. 6 St. Vortrocknen	n. d. Konst.	n. 6 St. Vortrocknen	n. d. Konst.
Kümmel	11.4	13.9 (29 St.)	18.5	16.3
dgl.	10.4	12.3 (29 St.)	18.5	16.2
Ajowan	8.2	9.3 (27 St.)	22.9	21.4
Koriander	7.6	7.8 (13 St.)	14.2	14.1

Ätherextrakt

Dauer der Extraktion	Anis aus Russland				Koriander aus Thüringen			
Stunden	I	II	III	IV	I	II	III	IV
12	19.82	19.70	—	—	15.92	16.00	—	—
14	20.13	20.06	—	—	16.17	16.31	—	—
16	20.43	20.32	—	—	16.38	16.60	—	—
18	20.98	20.76	—	—	16.93	17.13	—	—
20	21.14	20.92	20.44	20.41	17.03	17.24	16.65	16.61
22	21.34	21.13	—	—	17.26	17.50	—	—
24	21.41	21.13	20.77	20.71	17.26	17.54	16.94	16.90
26	21.53	21.34	—	—	17.53	17.68	—	—
28	21.86	21.63	21.34	21.31	18.03	18.09	17.47	17.48
30	21.88	21.72	—	—	18.20	18.19	—	—
32	21.88	21.79	21.95	21.91	18.30	18.29	18.15	18.18
34	21.94	21.87	—	—	18.45	18.49	—	—
36	22.06	21.94	22.14	22.13	18.48	18.51	18.34	18.41
38	22.14	22.02	—	—	18.56	18.51	—	—
40	22.14	22.06	22.23	22.27	18.58	18.59	18.53	18.59
42	—	—	—	—	18.64	18.59	—	—
44	22.19	22.10	22.29	22.32	18.64	18.68	18.62	18.67
46	22.19	22.12	—	—	18.69	18.68	—	—
	abgebrochen				abgebrochen			
48			22.40	22.42			18.77	18.80
52			22.43	22.45			18.80	18.86
56			22.51	22.53			18.94	19.00
60			22.58	22.60			19.02	19.03
64			22.69	22.70			19.18	19.18
68			22.81	22.81			19.38	19.38
72			22.87	22.87			19.44	19.43
76			22.93	22.93			19.52	19.50
80			22.97	22.97			19.65	19.54
84			23.05	23.02			20.01	19.63
88			23.10	23.06			20.19	19.69
92			23.19	23.14			20.45	19.81
96			23.26	23.19			20.58	19.88
100			23.32	23.26			20.81	19.99
104			23.36	23.30			20.96	20.06
108			23.46	23.38			21.30	20.23
112			23.49	23.41			21.41	20.28
116			23.51	23.42			21.45	20.30
120			23.51	23.45			21.54	20.34
124			23.53	23.47			21.62	20.37
128			23.54	23.48			21.70	20.41

in Prozenten:

Kümmel aus Holland				Dill aus Thüringen		Fenchel aus Lützen		Ajowan	
I	II	III	IV	I	II	I	II	I	II
13.67	13.64	—	—	—	—	—	—	—	—
13.82	13.85	—	—	—	—	—	—	—	—
14.08	14.12	—	—	15.73	15.53	14.10	13.99	31.76	31.91
14.53	14.53	—	—	—	—	—	—	—	—
14.59	14.53	14.19	14.11	15.91	15.92	14.28	14.22	32.01	32.25
14.90	14.88	—	—	—	—	—	—	—	—
15.03	14.91	14.47	14.32	16.11	16.17	14.52	14.39	32.26	32.47
15.31	15.16	—	—	—	—	—	—	—	—
15.75	15.56	14.95	14.76	16.40	16.48	14.83	14.75	32.64	32.82
15.92	15.72	—	—	—	—	—	—	—	—
16.01	15.81	15.59	15.45	16.49	16.60	15.00	14.86	32.73	32.94
16.17	15.98	—	—	—	—	—	—	—	—
16.27	16.03	15.89	15.69	16.68	16.78	15.21	15.06	32.96	33.13
16.39	16.16	—	—	—	—	—	—	—	—
16.45	16.20	16.13	15.89	16.81	16.89	15.34	15.17	33.09	33.23
16.51	16.25	—	—	—	—	—	—	—	—
16.64	16.36	16.23	15.97	16.99	17.03	15.47	15.32	33.27	33.35
16.67	16.38	—	—	—	—	—	—	—	—
abgebrochen									
		16.42	16.16	17.08	17.08	15.55	15.42	33.35	33.43
		16.49	16.22	17.20	17.19	15.66	15.56	33.46	33.57
		16.67	16.39	17.35	17.32	15.86	15.77	33.64	33.73
		16.77	16.50	17.38	17.34	15.87	15.78	33.71	33.73
		16.94	16.68	17.45	17.41	15.98	15.87	33.81	33.81
		17.19	16.92						
		17.28	17.00						
		17.39	17.09						
		17.48	17.17						
		17.63	17.29						
		17.74	17.37						
		17.89	17.50						
		17.99	17.57						
		18.12	17.71						
		18.23	17.82						
		18.44	18.03						
		18.51	18.11						
		18.58	18.15						
		18.67	18.22						
		18.72	18.26						
		18.81	18.32						

Bei der Feststellung der Verdaulichkeit der stickstoffhaltigen Stoffe auf künstlichem Wege haben die Rückstände der abdestillierten Umbelliferenfrüchte ebenfalls Abweichungen ergeben. Gewöhnlich wird in Möckern diese Untersuchung in der Weise ausgeführt, dass die Substanz zunächst 48 Stunden mit Pepsin — und dann 6 Stunden mit Pankreaslösung behandelt wird. In sehr vielen Fällen ist die Pankreaslösung nicht mehr notwendig, da nach 48stündiger Einwirkung der Pepsinlösung schon das Maximum der Löslichkeit erreicht ist. Bei den abdestillierten Umbelliferenfrüchten ist dies nicht der Fall, eine 48stündige Pepsinverdauung ergiebt nicht das Maximum, wie aus beifolgender Tabelle, in der die Ergebnisse der an der Versuchs-Station Möckern in den letzten Jahren ausgeführten künstlichen Verdauungen zusammengestellt sind, zur Genüge hervorgeht.

Ausnützungsversuche bei Tieren sind mit einigen Rückständen der Fabrikation ätherischer Öle von G. Kühn bereits 1880, zum 2. Male 1888 ausgeführt worden, dieselben harren aber nach wie vor der Veröffentlichung.

Am Schluss dieses allgemeinen Teiles muss ich die Bitte aussprechen, denselben mit einiger Nachsicht beurteilen zu wollen. Ich habe versucht, soweit es mir möglich war und soweit es die Zeit neben der ausgedehnten Kontrolthätigkeit gestattete, den Fragen, die sich bei der Bearbeitung vorliegender Rückstände aufdrängten, näher zu treten, leider konnte dies nicht in dem gewünschten Umfange und auch nicht mit der nötigen Gründlichkeit, die eine derartige Arbeit erfordert, geschehen. Zu Dank bin ich Herrn Dr. Zielstorff verpflichtet, der die im speziellen Teil angeführten Nährwertbestimmungen und künstlichen Verdauungen zum grössten Teil ausgeführt hat. Es sei mir ferner gestattet, an dieser Stelle der Firma Schimmel & Co., Leipzig meinen Dank abzustatten für die Überlassung zahlreicher Muster von Rückständen und nicht abdestillierten Samen, sowie für den wiederholten Einblick in den Fabrikbetrieb.

Von Literatur habe ich hauptsächlich benutzt:

1. Harz, Landwirtschaftliche Samenkunde. 1885.
2. Bornemann, Die flüchtigen Öle des Pflanzenreiches. 1891.
3. Jahresberichte der Firma Schimmel & Co., Leipzig.

Name	Jahr der Untersuchung	Magensaft, am Schluss 1 % HCl 500 ccm 48	500 ccm 72	500 ccm 84	600 ccm 24	600 ccm 36	600 ccm 48	500 ccm Magensaft 48, 72, 84 St. 100 ccm Pankreas 6 St. 48	72	84	500 ccm Magensaft 48, 72, 84 St. 100 ccm Soda 6 St. 48	72	84	Bemerkungen
Anis . .	1888	—	—	—	—	—	—	63.9	—	—	—	—	—	
„ . .	1888	—	—	—	—	—	—	59.1	—	—	—	—	—	
„ . .	1888	—	—	—	—	—	—	63.3	—	—	—	—	—	Subst. vorher kalt entfettet
„ . .	1889	—	48.9	50.7	—	—	—	—	64.1	70.6	—	59.2	57.9	
„ . .	1889	—	67.5	71.0	—	—	—	—	82.2	58.3	—	77.1	80.8	
„ . .	1890	54.6	62.0	63.1	—	—	—	77.1	80.3	82.0	65.5	69.7	71.3	
„ . .	1892	45.9	—	—	—	—	—	66.8	—	—	—	—	—	Substanz 6 St. entfettet
Ajowan .	1892	34.7	—	—	—	—	—	50.0	—	—	—	—	—	desgl.
„ .	1892	35.4	—	—	—	—	—	58.0	—	—	—	—	—	desgl.
„ .	1892	32.4	—	—	—	—	—	61.5	—	—	—	—	—	desgl.
Koriander	1888/89	—	73.4	74.4	—	—	—	82.2	79.2	80.6	—	79.3	80.6	
„	1888	—	—	—	—	—	—	85.4	—	—	—	—	—	
„	1890	61.0	66.3	67.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	desgl.
„	1892	63.2	64.9	—	—	—	—	77.6	—	—	—	—	—	desgl.
Dill . .	1892	40.7	—	—	—	—	—	68.7	—	—	—	—	—	desgl.
„ . .	1892	56.8	—	—	—	—	—	79.9	—	—	—	—	—	desgl.
„ . .	1892	66.4	—	—	—	—	—	83.7	—	—	—	—	—	desgl.
Fenchel .	1881	—	—	—	—	—	—	68.2	—	—	—	—	—	
„ .	1882	42.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
„ .	1890	66.7	69.7	72.1	—	—	—	84.2	87.6	87.6	75.1	77.7	79.7	desgl.
„ .	1892	52.0	56.7	—	—	—	—	74.6	—	—	—	—	—	desgl.
Kümmel .	1880	—	—	—	—	—	—	75.9	—	—	—	—	—	
„ .	1882	59.3	—	—	48.3	54.7	58.9	—	—	—	—	—	—	
„ .	1888	—	—	—	—	—	—	{86.3 87.2}	—	—	—	—	—	
„ .	1890	66.1	70.0	72.3	—	—	—	81.3	85.9	85.9	73.3	76.0	77.5	desgl.
„ .	1892	57.8	—	—	—	—	—	75.8	—	—	—	—	—	desgl.
„ .	1892	59.7	—	—	—	—	—	77.0	—	—	—	—	—	desgl.

Anis.

Der gemeine Anis, Pimpinella Anisum *L.*, (Sison Anisum *Spreng.*, Anisum vulgare *Gaertn.*, A. officinale *Mönch*, Tragium Anisum *Link*, Anis, Eneis, Enes, Anisbibernell, Anise (engl.), Anis cultivé (franz.)) ist eine einjährige Pflanze mit spindelförmiger, faseriger Wurzel, ästigem, etwa 30 cm hohem, rundlichem, graugrünem Stengel, herzförmig rundlichen, eingeschnitten-gesägten Grundblättern, doppelt dreizähligen Stengelblättern, hüllenlosen, meist zwölfstrahligen, weissblütigen Dolden und eiförmigen, grauhaarigen Früchten. — Einheimisch ist der Anis ursprünglich in Syrien und Ägypten, wird aber in Deutschland, sehr viel in Thüringen (Gotha, Erfurt), Franken (Bamberg), Sachsen (Magdeburg), Schwaben, Böhmen und Mähren (zwischen Brünn und Prossnitz, bei Wischau und Raussnitz), ausserdem in Polen, im südlichen Frankreich (Guyenne und Touraine), in Spanien (Alicante, Malaga), Unteritalien (Puglia und Bologna), in der Türkei, der Levante (Syrien), ferner in Indien, Chile und insbesondere in Südrussland (Charkow und Saratow) als Feldfrucht gebaut. — Er verlangt einen lockeren, mässig trockenen Boden, eine sonnenreiche geschützte Lage, verträgt nicht gut frischen Dünger, wird deshalb gern in Kleestoppeln gebaut, gedeiht jedoch auch nach einer anderen Frucht, namentlich nach Hackfrüchten. Er selbst erschöpft den Boden so stark wie der Weizen, ohne aber nachteilig auf die Nachfrüchte zu wirken. Er keimt erst in 3—6 Wochen und muss daher schon im März bis Mitte April gesäet werden, weshalb das Land im Herbst zu pflügen ist. — Man wählt die grössten und schwersten, womöglich ausgelesene dreijährige Körner. Frische Körner gehen zwar rascher auf, sind aber den Verheerungen der Anismotte ausgesetzt, deren Eier erst im 3. Jahre absterben. Zur Beschleunigung des Keimens werden die Körner einige Tage vor der Aussaat in Wasser eingequellt. — Man säet den Anis entweder breitwürfig (12—16 kg auf ein Hektar) oder in Reihen, entweder für sich allein, oder, da er oft missrät, mit Möhren vermischt. Man hat dabei für gehörige Unterbringung des Samens Sorge zu tragen, weil der oberflächlich liegende oft nicht keimt. Den in 3—6 Wochen aufkeimenden Pflänzchen ist Kälte schädlich, später, wenn sich die Blätter ausgebildet haben, schaden ihnen Nachtfröste nicht mehr. Alles Unkraut ist sorgfältig auszujäten, auch muss der Boden sofort nach dem Aufgehen des Samens sowie später gelockert werden.

Die Anisernte beginnt im August, wenn die Stengel anfangen gelb zu werden und der Same an den mittleren Strahlen sich bräunt. Man rafft die Stengel gewöhnlich mit der Hand, doch kann man sie auch schneiden. Das Dreschen geschieht erst, wenn der Anis vollkommen ausgetrocknet ist, bei trockener Witterung oder Frost. Der ausgedroschene Anis wird gehörig gesiebt, dann auf dem Boden anfangs schuhhoch aufgeschüttet und täglich umgeschippt, später höher aufgehäuft und nur wöchentlich einmal gewendet. — Feinde des Anis sind die Maden der Anismotte (Tinea anisella Clebaneri) und die sog. rote Lohe oder das Rotwerden und Faulen der Körner bei anfangender Reife. Erscheint diese Krankheit, so eile man mit dem Ausraufen, um noch etwas zu retten.

Wegen des mühsamen Jätens und öfteren Missratens ist der Anisbau mehr kleinen als grossen Landwirten anzuempfehlen. Der Ertrag pro Hektar ist unter günstigen Umständen 5—6 Ctr., gewöhnlich aber nur 3—4 Ctr. Da die Körner mit jedem Jahr an Öl, ihrem wirksamsten Bestandteil verlieren, so darf man mit dem Verkauf nicht lange warten.

Die Spreu, welche immer noch viele unvollkommene Körner enthält, dient, wie die Körner zur Gewinnung von Anisöl, das Stroh als Viehfutter, besonders als Häcksel für die Pferde, oder zur Feuerung, da es eine starke Flamme giebt.

Die von dem Stempelpolster und zwei kleinen Griffeln gekrönte Spaltfrucht des Anis ist breit-eiförmig, bei uns kultiviert 3—5 mm lang, 1. 5—2. 1 mm breit, 2. 1—3 mm tief; die Früchte der in Ägypten, Algier, Griechenland, Italien und Spanien gezogenen Pflanzen erreichen eine Länge von 6 mm, eine Dicke von 5 mm, eine Breite von 3 mm. Sie sind grünlich-grau, dicht borstig behart, mit fünf weisslichen, kaum etwas vorstehenden Rippen, die Thäler sind breit und flach, meist fünf- bis sechsstriemig. Die Mericarpien haben auf der Kommissuralseite noch zwei grössere und zuweilen ausserhalb dieser, gegen den Rand hin, einige kleinere Ölstriemen; selbst die Rippen besitzen Ölstriemen. Der Fruchtträger ist tief zweiteilig.

In der Regel sind die beiden Mericarpien fest verbunden, meist ist auch noch ein dünner 2—4 mm langer Fruchtstiel vorhanden (namentlich bei den italienischen und mährischen Sorten).

Auf dem Querschnitt erscheint die Frucht fast kreisrund. Sie besitzt einen eigentümlich angenehm gewürzhaften Geruch und aromatisch süsslichen Geschmack. 200 grösste Spaltfrüchte einer Probe wogen 1.56 g, einer andern Probe 1.26 g, einer dritten zwei Jahre alten 1.143 g.

Fast sämmtliche Zellen der äusseren Fruchtepidermis sind in kürzere oder längere, doch selten bis 130 μ lange stumpfliche, mehr oder weniger gekrümmte Borstenhare verlängert (Taf. IV Fig. 6.) deren dicke Membranen auf der Aussenseite dicht mit kleinen körnigen Punktverdickungen bedeckt sind. (Taf. IV. Fig. 4 u. 7). Die Fruchtwand besteht aus dünnwandigem Parenchym und ist innen abgeschlossen durch die etwas auffällig grosszellige Innenepidermis. Die Rippen erheben sich allmählich ziemlich kräftig, sie enthalten auf der inneren Seite ein schmächtiges Gefässbündel. Die Zahl der Ölgänge beträgt 4—6 in jedem Thälchen; sie sind im Querschnitt sehr flach elliptisch und seitlich oft zusammenfliessend, sie erreichen nur so geringe Querschnittsdimensionen (tangentialer Durchmesser 0.045—0.079 mm, radialer 0.04—0.05 mm), dass sie der Beobachtung mit freiem Auge gänzlich entgehen. Auf der Kommissuralseitc liegen je zwei viel grössere Ölstriemen (bis 0.27 mm breit) zu denen sich häufig noch einige viel kleinere gesellen. (Taf. IV Fig. 1). Das Carpophorum ist bis 0.3 mm tief, 56 μ breit. Die Samenschale lässt nur eine wohlerhaltene äusserste Zellschicht, aus kubischen grossen Elementen bestehend, erkennen, unter welcher noch komprimierte weitere Zellreihenüberreste von gelblicher Farbe liegen.

Das Endosperm erscheint auf dem Querschnitt vom Rücken stark komprimiert, im Umriss nierenförmig, auf der äusseren Seite unter jedem Ölstriemen sehr wenig eingedrückt, auf der inneren Seite mit einem aus dem Niereneinschnitt vorstehenden Lappen. Taf. IV Fig. 1). Der Embryo ist bis 1.7 mm lang, 0.3 mm dick. —

Kommen die Anisfrüchte im gemahlenen Zustande in den Handel, so ist bei der mikroskopischen Prüfung namentlich zu achten auf die Haare der Aussenepidermis (Taf. IV Fig. 4, 6 und 7), auf die grosszelligen Elemente der Innenepidermis (Taf. IV Fig. 5) und auf die Anzahl der Ölgänge. Letztere finden sich stets in grosser Anzahl vor, sie sind an der gelben bis roten oder braunen Färbung leicht zu erkennen

und besonders durch ihr gruppenweises Auftreten charakterisiert (Taf. IV Fig. 3).

Anisfrüchte enthalten nach BRANDES und REIMANN in 1000 Teilen:

30.00	ätherisches Öl
1.25	Stearin mit Chlorophyll
1.75	Harz mit Spuren von apfelsaurem Kali und Kalk
33.75	in Alkohol leicht lösliches fettes Öl
4.00	Halbharz
4.00	essigsauren und apfelsauren Kalk
53.00	salzsauren und apfelsauren Kalk mit freier Apfelsäure und Extraktivstoff
78.50	Phyteumacolla
6.50	Schleimzucker mit Apfelsäure
65.00	Gummi mit apfelsaurem, phosphorsaurem und schwefelsaurem Kali
1.25	apfelsauren Kalk
5.00	Extraktivstoff
86.00	Anisulmin
29.00	Gummoin
328.00	Rohfaser
230.00	Wasser
35.00	anorganische Salze mit Kieselsäure und Eisenoxyd.

Nach König enthalten Anissamen:

Procent:	11.4	Wasser
„	16.3	Proteïn
„	1.9	ätherisches Öl
„	8.4	Rohfett
„	3.9	Zucker
„	24.0	sonstige Nfreie Extraktstoffe
„	25.2	Holzfaser
„	8.9	Asche. —

Den Bewohnern der Mittelmeerländer und Vorder-Asiens war Anis seit den ältesten Zeiten bekannt; nach Deutschland kam er wahrscheinlich erst zur Zeit Karls des Grossen und etwas später gelangte er nach England.

Die Anissamen (Semen Anisi vulgaris) werden überall zu Speisen, namentlich zum Würzen des Brodes, zu Confitüren, zu Branntwein (Hauptbestandteil des als Mannheimer Wasser bekannten Liqueurs, sowie der Anisette) als angenehmes Gewürz verwendet. In Norddeutschland kocht man nicht selten Borsdorfer Äpfel mit Anis. Am häufigsten verwendet man ihn aber zu Aniskuchen. Anis ist den Tauben sehr angenehm, weshalb man sie mit demselben leicht wieder auf den Schlag nach Hause lockt.

Man unterscheidet deutschen und russischen Anis, ferner Anis von Tours, Midi, Malta, Spanien etc. Der Anis von Tours ist rund, von der Grösse eines Stecknadelkopfes, schön grün, von starkem und andauerndem Geruch; der Midi Anis ist oval, grün, ins gelbliche spielend und im Geruch noch stärker. Die Sorten von Malta und Spanien haben eine mehr gelbliche Farbe. Der Anis von Malta und Süditalien (beide unter dem Namen Puglieser bekannt) wird wegen seiner Grösse besonders zum Verzuckern benutzt; der spanische ist sehr kräftig, der italienische sehr süss und dient daher wie der französische zur Liqueurfabrikation. Auch als Heilmittel zu mehreren Präparaten gegen Blähungen, Verschleimungen der Brust, Magenschwäche etc. werden die Samen verwendet.

Im Handel erscheint der Anis selten rein und es mag wohl kaum eine Ware geben, die so wie Anis geradezu mit Sorgfalt mit den verschiedensten Dingen vermischt und zum Gebrauche unfähig gemacht wird. Immer findet man erstaunliche Quantitäten von Doldenstückchen, Steinchen und Erde den Früchten beigemengt. Die sog. „Aniserde“ wird nach Campe in der Nähe von Wischau und Rausnitz in Mähren in Form kleiner, thonhaltiger Körner (von Regenwürmern herrührend) gesammelt und an Droguisten verkauft. Den Früchten hängt wohl selbst auch Erde an, die aber nicht über $1^0/_0$ betragen darf. Auch seines Öles durch Destillation beraubter Anis wird unter frische Ware gemischt; solche Früchte sehen missfarbig, geschrumpft, nie voll und rundlich aus.

Mit den Früchten des gefleckten Schierlings (Conium maculatum *L.*) soll besonders in Russland und Holland Anis verfälscht werden und es sind schon mehrere Male Vergiftungsfälle vorgekommen. Nach den Untersuchungen von Poehl sind morphologische Unterscheidungsmerkmale der Schierlings- und Anisfrucht nur schwer aufzufinden. Betupft man die gewöhnlich nicht behaarten Schierlingsfrüchte mit Kalilauge, so entwickelt sich der dieser Pflanze eigentümliche Mäusegeruch; die Mittelschichtzellen des Schierlingssamens enthalten Stärkekörner, die innere Fruchthaut in den im Querschnitt quadratischen, ziemlich weiten Zellen eine farblose, ölige, an der Luft sich bräunende Flüssigkeit, die wahrscheinlich das Schierlingsalkaloid Coniin darstellt. — Ein Schnitt durch die Anisfrucht erscheint ohrförmig, durch Schierlingssamen aber nierenförmig, auch hat

der Schierlingssamen wellig gekerbte Rippen. — Am verlässlichsten ist der Nachweis des Coniin selbst. Man extrahiert mit Äther, schüttelt diesen Auszug mit angesäuertem Wasser aus, macht die filtrierte wässrige Lösung alkalisch und schüttelt sie mit Äther aus. Ein in diesen Äther eingetauchtes Stück Papier lässt nach dem Abdunsten des Äthers den Coniingeruch deutlich wahrnehmen.

Auch unreife Früchte von Fenchel und die gelblichen Körner einer Varietät von Schwarzkümmel (Nigella) sind im Anis beobachtet worden.

Auf dem Transport erhitzt sich der Anis oft im Sack, nimmt eine schwärzliche Färbung, einen mulstrigen Geruch und Geschmack an und wird unbrauchbar.

Die grossartigste Verwendung findet der Anis zur Bereitung des Anisöls.

Behufs Gewinnung dieses feuchtet man den Samen stark an und lässt ihn unter häufigem Umschaufeln 12—24 Stunden liegen. Zerkleinern darf man die Samen nicht, da hierbei das aus den Ölzellen austretende Öl verharzen würde. Die Destillation erfolgt am besten mit Wasserdampf; die Kondensatoren dürfen nicht zu stark gekühlt werden, weil das Anisöl schon von + 10 °C an Stearopten ausscheidet, was eine Verstopfung der Kühlröhren herbeiführen könnte.

Die Ausbeute an Anisöl von 100 kg. beträgt bei Samen aus

Russland	2.8 kg.
Thüringen	2.4 „
Mähren	2.6 „
Chile	2.4 „
Spanien	3.0 „
der Levante	1.3 „

Aus der Anisspreu, die sich bei dem Reinigen des Anis ergiebt, ist nur 0.34—1.0 % Öl zu gewinnen, welches reicher an Stearopten ist als das eigentliche Anisöl.

Das Anisöl ist farblos bis hellgelb; bei höherer Temperatur flüssig, in der Kälte dickflüssig bis fest. Gutes Öl soll schon bei 5—15 °C. fest werden, zu einer weissen nadeligen Krystallmasse (Aniskampher) erstarren und dann erst bei 6—18 °C. wieder schmelzen. Wird das Öl jedoch mehrfach bis zu seinem Siedepunkt erhitzt, so verliert es die Fähigkeit zu krystallisieren; ebenso, wenn es sehr alt geworden ist, in welchem Falle es sich auch dunkler gelb färbt.

Das spec. Gewicht des frischen Öls beträgt 0.98—0.995, das des alten 1.0285. Nach den Berichten von Schimmel u. Co. beträgt dasselbe bei 15° 0.985 bei 20° 0.980, das spec. Gewicht von reinem Anethol bei 25° 0.985.

Der Schmelzpunkt liegt zwischen 21 und 22°, der Siedepunkt bei 222°, nach Williams bei 223—228°. Das Anisöl löst sich in 5 Teilen Alkohol von 90 % Gehalt und in dem 3.5 fachen Volumen Petroleumäther, während ein grösserer Betrag Petroläther eine trübe Mischung ergiebt. Es reagiert neutral, verharzt aber an der Luft leicht, daher es in geschlossenen wohlgefüllten Flaschen an einem kühlen dunklen Orte aufbewahrt werden muss. Der Geruch des Öls ist deutlich anisartig, der Geschmack angenehm süsslich und danach brennend. Das Öl ist inaktiv und äusserst schwach rechtsdrehend.

Nach Umney ist es falsch, den Erstarrungspunkt des Anisöls zu + 10° C. anzugeben, da dies die Temperatur sei, welche das Thermometer in dem völlig erstarrten Anisöl angiebt. Als normalen Erstarrungspunkt müsse man die Temperatur anführen, welche sich ergiebt, wenn eine unter den wirklichen Gefrierpunkt abgekühlte Flüssigkeit unter Erwärmung erstarrt. Während der „anormale Erstarrungspunkt“ sich zu + 10° ergab, lag der wirkliche oder „normale“ bei + 15° C. (nach Schimmel & Co. bei + 20°).

Der Hauptbestandteil des Anisöl (90—95 %) ist Anethol, $C_{10}H_{12}O$, daneben enthält es noch 5—10 % Terpen, dessen Eigenschaften, wie es scheint, noch nicht näher studiert worden sind. Von anderer Seite wird behauptet, der 2. Bestandteil des Anisöls sei „flüssiges“ Anethol; nach Angaben von Schimmel & Co. enthält normales Anisöl neben Anethol 10—12 % eines leichten Kohlenwasserstoffes von höchst widerwärtigem Geruch, welcher nicht gefrierbar ist.

Das Anisspreuöl ist reicher an festem Anethol, wie das eigentliche Anisöl, dem es übrigens, bis auf einen weniger feinen Geruch, gleicht.

Das Anisöl wird häufig verfälscht durch Sternanisöl, weiter wird Anisspreuöl und Fenchelölanethol zugesetzt, welche beide den Geruch des Anisöls für eine geübte Nase merklich verändert erscheinen lassen. Sehr häufig dient auch Alkohol zur Verfälschung. Früher kamen auch Zusätze von Wallrat vor, auch Seife soll beigemischt worden sein.

Das Anisöl findet Verwendung in der Parfümerie, in der Likörfabrikation und zu medizinischen Zwecken. Geringe Mengen Anisöl mit anderen flüchtigen Ölen geben gute Seifen- und Pomadenparfüms, während sich das Öl zu Taschentuchparfüms nicht eignet. Bedeutender ist die Verwendung zu Liqueuren und die zu Sorbets, dem im Süden beliebten gewürzten Eiswasser. Als Arzneimittel war der Anis schon bei den Alten seiner blähung- und harntreibenden Eigenschaften wegen berühmt. Das Anisöl wird innerlich als beruhigendes, krampfstillendes, blähungtreibendes Mittel gegeben und zwar als Ölzucker oder in Emulsion. Auf die Haut wirkt es reizend. Äusserlich wird es, gewöhnlich in fettem Öle gelöst, gegen Kopfläuse und Krätzmilben angewendet, welche es in wenigen Minuten tötet. Auch zu Klystieren und Salben fand es Verwendung, wie es auch bei chronischen Lungenkatarrhen und chronischen Blei-Arsenvergiftungen benutzt wurde; dort hat es in dieser Hinsicht keine Heilwirkung.

Besonders geschätzt ist das russische oder das aus russischen Samen erzeugte Öl.

Eine normale Mittelernte in Russland erzeugt soviel Anis, dass die Erträgnisse von Thüringen und Mähren gar nicht mehr in Betracht kommen. Das alleinige Produktionsgebiet von Anis in Russland liegt zwischen Krassnoje, Alexejewka und Ostrogoschk. Es umfasst einen Umkreis von 60—70 Werst. Der Anbau wird fast ausschliesslich von Kleinbauern betrieben und bildete früher, als die Preise 2.5—3.0 Rubel pro Pud betrugen eine der vornehmsten Einnahmequellen derselben. Seitdem die Preise aber durch Überproduktion auf Rubel 1.45 (im Jahre 1887/88) bis 1.80 heruntergedrückt worden sind, erscheint diese Kultur nicht mehr lohnend. Die russische Ware, die früher stark verunreinigt auf den Markt gelangte, kommt in den letzten Jahren besser gereinigt in den Handel, so dass man dieselbe durch einfaches Absieben in einen sehr ansehnlichen Zustand versetzen kann. Die bereits im Jahre 1881 von der Firma Schimmel & Co. gethanen Schritte zu einer totalen Reinigung haben sich bei den primitiven Zuständen im Innern Russlands als vergeblich erwiesen und die Verunreinigung durch Erde, die ihre Erklärung dadurch findet, dass der russische Anis im Felde gedroschen wird, muss weiter in Kauf genommen werden.

Die auf dem ersten Markte zu Krassnoje (7—10 Sept.) angebrachte Ware ist die beste, während auf dem zweiten, vom

25—27. September in Alexejewka stattfindenden Markt gewöhnlich auch mittelmässiges und geringes Gut mit losgeschlagen zu werden pflegt.

Die russiche Anisernte von 1879 wurde auf 25000 Ctr. = 1.250000 kg. geschätzt, obgleich dieselbe nur als mittelmässig zu bezeichnen war. Durch andauernde heftige Regen war die 1880er Saat im allgemeinen so unansehnlich, dass dieselbe als Verkaufsware für unbrauchbar erklärt werden musste. Unter ca 3000 Ctr. waren nur ca. 200 Ctr. von einigermassen heller grünlicher Farbe, alles übrige war zwar gesund, aber mehr oder weniger dunkel bis stellenweise nahezu schwarz und in unerhörter Weise mit Schmutz gemischt.

1880 wurde die russische Ernte auf 1.300000 kg taxiert, 1881 sogar auf 2.000000 kg., ein Quantum, welches seit undenklichen Zeiten nicht produziert worden war.

Die Qualität der 1886er russischen Anis-Ernte war auch nicht gut. Höchstens 25 % der Lieferungen geschah in schön grüner, gleichmässiger Ware, etwa 50 % in einer mit braunen Körnern gemischten Qualität und 25 % in einer mit grossen, aufgequollenen, geschmacklosen Samenkörnern gemischten Ware, die aller Wahrscheinlichkeit nach absichtlich mit abdestilliertem Anis untermegt war.

1886 wurden von Libau exportiert:

a) nach	Belgien	1342	Pud	=	ca	21900 kg
b) „	Deutschland . .	82796	„	=	„	1352800 „
c) „	England . . .	8481	„	=	„	138500 „
d) „	Frankreich . .	33357	„	=	„	544000 „
e) „	Holland . . .	2843	„	=	„	48000 „
		128819	Pud			2105600 kg

Hierzu kommen noch die Verschiffungen von St. Petersburg und Reval, über die leider keine statistischen Notizen vorliegen, es kann das Gesamtquantum von Anis, welches 1886 seewärts exportiert worden ist, aber auf mindestens 3.000000 kg taxiert werden, da z. B. 1884 von St. Petersburg allein 5402 Pud = ca. 16600 kg verschifft wurden.

Die vorwiegend warme und trockne Witterung während des Sommers 1887 in Russland war der Entwicklung des Aniskorns nicht förderlich, dasselbe fiel ziemlich klein aus, allein der Gehalt war um so besser. Der Gesamtertrag der 87er Ernte, der die Aniskrisis in Russland hervorrief, soll sich auf 250000 Pud = 4.000000 kg belaufen haben.

Die Verschiffung ab Libau betrug 1887 117605 Pud = ca. 1.916900 kg. Der Exportausfall dieses Jahres lag in der wesentlich geringeren Ausfuhr nach Frankreich, die sich 1886 auf 33357 Pud, 1887 dagegen nur auf 8858 Pud bezifferte.

Der Wert der Gesamtausfuhr von Anis aus Russland betrug nach amtlichen Mitteilungen:

1886	Rbl.	593000
1887	„	580000

1888 belief sich die Verschiffung ab Libau auf 83908 Pud = ca. 1300000 kg., wovon sich Deutschland nur mit 29729 Pud oder rund 500000 kg beteiligte.

Durch die Überproduktion in russischem Anis, welche die Krisis hervorgerufen, trat ein Rückschlag ein, der aus folgender Übersicht am deutlichsten ersichtlich ist:

Anisexport ab Libau:

1886	128819	Pud	=	ca.	2.105600	kg
1887	117605	„	=	„	1.916900	„
1888	83908	„	=	„	1.300000	„
1889	65590	„	=	„	1.069000	„

Der 1889er Export verteilte sich:

auf	Deutschland	mit	36064	Pud
„	Frankreich	„	15126	„
„	England	„	12996	„
„	Holland	„	1344	„
„	Belgien	„	36	„
„	Dänemark	„	24	„

Der 1890er russische Anis war schön grün von Farbe, also trocken eingebracht, aber klein von Korn und mit dem alten Übel: viel Schmutz.

Auf den Markt in Krassnoje wurden 30000 Ctr. Anis angebracht und zwar:

ca. 25000 Ctr. für Export
„ 5000 „ „ den inländischen Konsum.

Die 1891er Ernte taxiert man auf 4—5000 Ctr., es war die schlechteste im Laufe der letzten 20 Jahre, was dadurch kam, dass die Aussaat auf die Hälfte reduziert war und von dieser Hälfte der grösste Teil durch tropische Hitze in den Monaten Mai und Juni zu Grunde gerichtet worden war.

Die Ausfuhr ab Libau betrug 1890 34896 Pud, davon nach Deutschland 14579 Pud.

Neben Russland sind Mähren und Thüringen stark Anis bauende Länder, gegen die Anis-Produktion von Russland erweisen sich beide aber machtlos.

Von mährischer Saat ist es namentlich der prächtige Thaja-Anis, mit dem die Firma Schimmel & Co. die Destillation von Anis zuerst in grösserem Massstabe begann. Dieser liefert ein ausserordentlich feines Anisöl, spielt aber neuerdings für die Fabrikation keine Rolle mehr.

In Thüringen wird der Anbau immer mehr in den Hintergrund gedrängt, für die Öldestillation kommt die Anis-Ernte von Thüringen gar nicht mehr in Betracht, da das dort produzierte Quantum vom Droguenhandel absorbiert wird. Sehr unangenehm beim Thüringer Anis war die Beimischung von rundgeformten Erdklümpchen, die äusserst schwunghaft betrieben wurde und die es mit sich brachte, dass ohne vorherige Reinigung durch Maschinen der reelle Wert für die Fabrikation sich gar nicht ermitteln liess.

Auch Chile macht Abladungen von mehreren Tausend Centnern nach dem Kontinent. Es wurden von dort expediert:

1884	71 856 kg	im Werte von ca.	7186 Doll.
1885	30 500 „	„ „ „ „	6140 „
1886	46 070 „	„ „ „ „	9214 „

wovon ungefähr ein Drittel nach Europa — England und Deutschland — und zwei Drittel nach der chilenischen Küste verschifft worden sind.

In der Abnahme begriffen, aber immer noch bedeutend, ist die Anisproduktion bez. Ausfuhr von Spanien. Als Handelsware ist der spanische Anis infolge des schönen, gleichmässigen Korns jeder andern Sorte überlegen. Auch in Bezug auf Reinheit entspricht nur der spanische Anis allen Anforderungen, er ist aber so hoch im Preise, dass er zur Destillation nicht in Frage kommt.

Die Ausfuhr aus Spanien betrug:

1883	628 135 kg	im Werte von	577 884 Pes.
1884	500 550 „	„ „ „	460 506 „

1887 war Spaniens Ernte nur 227 000 kg, während 1888 von Alicante-Anis, der schönsten aller Handelssorten, 526 491 kg aus Spanien exportiert werden konnten.

Von Kleinasien über Smyrna gelangten 1886 1419 Sack im Werte von 313 120 Fr. zum Export, 1889 verschiffte Smyrna 125 300 kg im Werte von 90 216 M. und Beirut 43 500 kg im Werte von 30 450 M.

Der Wert der Anis-Ausfuhr von der Insel Chios bezifferte sich 1889 auf 580 000 M., 1890 auf 500 000 M.

Letztere drei Sorten sind (wie der spanische und puglieser) für die Darstellung von Öl trotz ihres teilweise reichen Ölgehaltes zu teuer.

Auch Indien baut neuerdings Anis, doch soll dieser nicht geeignet sein, der russischen Saat Konkurrenz zu machen.

Die beiden grössten Anis-Konsumenten sind Deutschland und Frankreich.

1880 betrug die Einfuhr von Anis nach Deutschland 506 000 kg im Werte von 280 000 M.; 1881 764 000 kg. Allein von russischem Anis wurden importiert:

1888	29 729	Pud
1889	36 064	„
1890	14 579	„

Lübeck allein importierte 1881 220 000 kg.

Von Deutschland nimmt wiederum Leipzig im Anisimport eine hervorragende Stelle ein. Nach Ausweis des Hauptzollamtes sind im Laufe von 1881 418 878 kg Anis zur Verzollung gelangt, gegen 196 526 kg in 1880. In Anisöl umgerechnet kommt erstere Ziffer einer Produktion von rund 12 000 kg Öl gleich.

Leipzig importierte 1882 409 868 kg, 1883 442 536 kg, 1884 439 218 kg.

Das Lager der Firma Schimmel & Co. beläuft sich stets auf mehrere Tausend Kilogramm Anissamen. Vom Oktober 1881 bis Dezember hat genannte Firma 270 000 kg Anis verarbeitet, eine Menge, die nur bewältigt werden kann, wenn man berücksichtigt, dass sich der tägliche Konsum dieser einen Fabrik zwischen 3500—6000 kg, je nach Umfang der Zufuhr, bewegt. Die Destillationsanlagen sind sogar auf die Verarbeitung von täglich 7000 kg oder eine Produktion von ca. 200 kg Anisöl erweitert worden. — Von 1884er Anissaat sind ca. 630 000 kg bei Schimmel & Co. verarbeitet worden, entsprechend einer Anisöl-Produktion von 17 000 kg, und vom Oktober 1887 bis Mai 1888 gelangten ca. 800 000 kg Anissamen zur Destillation, entsprechend ca. 24 000 kg Anisöl.

Nach Schätzung beträgt die Gesammtproduktion von Anisöl in

Deutschland	30 000	kg
Russland	10 000	„
Österreich	2 000	„
in Summa	42 000	kg,

Schimmel & Co. beteiligen sich also mit 57 % an der Gesamtproduktion von Anisöl.

Die Rückstände der Anisölfabrikation sind ein sehr beliebtes Kraftfuttermittel geworden. Nach Mitteilungen der Firma Schimmel & Co. beträgt der Gewichtsverlust der Früchte beim Destillieren und Trocknen nur 5—10 %, von der 1888er Ernte würden also 740 000 kg = 14 800 Ctr. Anisrückstände für landwirtschaftliche Zwecke Verwendung haben finden können.

In folgender Zusammenstellung folgen die bis jetzt mir bekannten Analysen von Anisrückständen:

(Siehe Tabelle S. 243.)

Mit Bezug auf die Analysen Nr. 13 und 14 musst bemerkt werden, dass die Samen, von denen die Rückstände stammten, von der Firma Schimmel u. Co. bezogen worden waren, um vergleichende Untersuchungen über den Gehalt an ätherischem Öl anzustellen, dass es nicht Handelsware im gewöhnlichen Sinne des Wortes ist. Wunderbarer Weise enthielt der hochgradig mit Sand versetzte Anis von Aleppo aussergewöhnlich viel ätherisches Öl.

Der Centner Anis Rückstände kostete im August 1892 5 Mark.

Fenchel.

Foeniculum officinale *All.* (F. vulgare *Gärtn.*, Anethum Foeniculum *L.*, Meum Foeniculum *Spreng.*, Anethum segetum *Lam.*, A. piperitum *Bertol.*, Foeniculum dulce *Link.*, Ligusticum Foeniculum *Roth.*), gemeiner Fenchel, Fönchel, Fenouil (frz.), Fennel (engl.) ist ein dem Dill ähnliches ausdauerndes Kraut mit 1—1.25 m hohem, aufrechtem, rundlichem, gestreiftem, glänzendem Stengel, 3 bis mehrfach gefiederten Blättern, lineal-pfriemlichen verlängerten Blattzipfeln, langen Blattscheiden und gelben Blüten in 13—20 strahligen flachen Dolden ohne Hülle und 8 mm langen, bräunlichen, grünlich-gelb längsstreifigen Früchten, die von je einem Stempelpolster gekrönt sind. Er findet sich wild an trockenen steinigen Orten am Mittelmeer, auf Felsen am adriatischen Meer und in den Meeresniederungen Griechenlands, im Kaukasus und den südkaspischen Gegenden sowie in Nordafrika und wird in gemässigten Ländern, in Sachsen, Franken, Würtemberg, auch in Frankreich bei Nimes, in Böhmen, Mähren, Galizien, Polen und Rumänien, in Indien, China und Japan im Grossen angebaut. Er gedeiht am besten auf leichtem Mittelboden, auch auf steinigen sandigen Feldern und in sonniger Lage, liebt einen frischen Standort, erträgt frische Düngung und ist sehr empfindlich gegen Frost.

No.	Bemerkungen	Jahr der Untersuchung	In der ursprünglichen Substanz								
			Wasser	Proteïn	verdaulich %	Rein-Proteïn	Rohfett	Nfr. E.	Rohfaser	Asche	Sand
a) In wasserhaltigem Zustande.											
1		1876	43.65	9.95	—	—	11.26	20.15	5.28	9.72	—
2		1878	63.90	7.40	—	—	6.60	9.60	4.80	7.70	—
b) In lufttrockenem Zustande.											
1		1878	6.90	18.60	—	—	17.60	34.10	10.90	11.90	—
2		1879	8.15	18.50	—	—	17.62	33.29	11.06	11.38	—
3		1879	8.84	17.87	—	—	18.03	16.11	28.36	10.79	—
4		1881	4.84	18.56	—	—	27.00	26.65	13.88	9.07	2.7
5		1881	8.28	17.75	—	—	22.08	22.43	18.38	11.08	—
6		—	—	17.00	—	—	17.00	—	—	—	—
7		1885	—	16.7	—	—	17.1	—	—	—	—
8		1890	7.8	17.4	—	—	19.0	—	—	—	—
9		1888	7.4	17.8	59.1	16.1	17.6	34.1	10.6	12.5	5.3
10		1888	8.5	16.4	63.9	14.8	16.4	23.1	18.7	16.9	8.6
11	aus Russland	1890	7.5	18.8	77.1	17.3	20.0	27.0	15.1	11.6	1.0
12	desgl.	1891	5.2	18.9	—	—	20.5	29.7	11.5	14.2	6.3
13	„ Damaskus . . .	1891	5.5	17.1	—	—	20.0	36.0	10.8	10.5	0.8
14	„ Aleppo	1891	4.8	11.1	—	—	3.5	31.8	8.4	40.4	27.9
15	„ Russland . . .	1892	4.9	17.7	66.8	—	20.8	32.0	8.7	15.9	7.3

Man zieht in Süddeutschland die jungen Pflanzen auf besonderen Pflanzenbeeten. versetzt sie im Juli, behandelt sie dann wie Kümmel und schneidet sie im Herbst eine Hand hoch über dem Boden ab. Die Wurzeln werden in kälteren Gegenden mit strohigem Mist oder Laub gedeckt. In Mittel und Norddeutschland zieht man im ersten Jahre die Fenchelwurzeln heran, überwintert diese in einer Grube zwischen Sand und verpflanzt sie im 2. Jahre im Abstand von 30—35 cm. Die heranwachsenden Pflanzen werden behackt und behäufelt. Engerlinge und Frost im Herbst bringen den meisten Schaden.

Der Samen ist 2—3 mal zu ernten, zuerst an den Hauptstengeln, dann an den Ästen, indem man die reifen Dolden sammelt und schliesslich die Stengel mit der Sichel abschneidet. Die Dolden werden luftig getrocknet und dann gedroschen. Man erntet von einem Hektar 24 Ctr. Samen und 48 Ctr. Stengel. Letztere werden geschnitten, gebrüht und den Rindern und Schafen als Futter gegeben. — Der Same ist wenig haltbar, doch behält er seine Keimfähigkeit zwei Jahre.

Die Früchte sind länglich, 5.5—7.0 mm lang, 2.4—2.9 mm. tief und breit, grünlich braungrau, stielrund, von aromatischem Geruch und desgleichen süsslichem Geschmack. Die beiden Teilfrüchtchen trennen sich leicht, der Fruchtträger ist fast bis zur Basis zweiteilig. Die fünf Hauptrippen sind heller gefärbt als die braungrünen Thälchen, die zwei randständigen, fast flügelartig vortretend, sind etwas breiter und höher und stehen von den drei übrigen schwächeren und stumpferen Rippen weiter ab, während diese nahe aneinander liegen. Die Thälchen sind einstriemig, die Ölgänge schimmern in ihnen durch. Die etwas gehöhlte Kommissuralfläche lässt je zwei Ölstriemen erkennen.

Auf den Früchten entstehen bisweilen gelbe Flecken, auf denen sich kleine Pusteln bilden, die einen bräunlichen Staub entlassen. Es ist dies ein Rostpilz: Aecidium Foeniculi *Cast.*, der namentlich in Südfrankreich beobachtet worden ist.

200 grössere Spaltfrüchte haben ein Gewicht von 2.524 bis 2.749 g.

Das Perikarp ist in den Thälchen 0.18—0.21 mm, an den Rippen bis 0.48 mm mächtig. Die äussere Fruchtepidermis mit den Spaltöffnungen (Fig. 6 Taf. II) ist kleinzellig, die innere besteht aus querverlaufenden, langgestreckten und weitlumigen

Parenchymzellen, die in eigentümlicher Weise gruppenförmig orientiert sind. (Fig. 4 Taf. II). Der innere Teil des Fruchtwandparenchyms, sowie die die Ölgänge umgebenden Zellen besitzen in der Regel tief braun gefärbte, nicht poröse Wandungen. Die übrigen meist farblosen Parenchymzellen sind dagegen grösstenteils reichlich so grossporig, dass sie fast netzig verdickt erscheinen. (Fig. 5 P und 8 Taf. II). In jedem Thälchen liegt ein grosser elliptischer Ölgang von 0.24—0.308 mm Breite (Nach Wiesner misst die mittlere Breite der Ölgänge 0.18, die Dicke derselben etwa 0.07 mm). (Fig. 1 und 9 Taf. II). Auf der Kommissuralfläche finden sich je 2 Ölgänge. Die Gefässbündel der Rippen, die aus zarten Netz-, Porengefässen und Holzzellen bestehen, sind in der Mitte des Fruchtwandgewebes eingebettet, 0.13 mm hoch, 0.17 mm breit, im Umriss dreikantig. (Fig. 1 R Taf. II).

Die Testa beginnt mit einer Reihe tafelförmiger, quergestreckter, braungefärbter Parenchymzellen, unter welchen noch Überreste komprimierter Zellen bemerkbar sind. Das Endosperm ist gewöhnlich, der Embryo bis 1.76 mm lang, wovon 0.76 mm auf die Kotyledonen, 0.98—1.0 mm auf das Axenorgan kommen. Der Durchmesser des letzteren beträgt bis zu 0.24 mm.

Bei gemahlenen Fenchelsamen ist namentlich auf die porös verdickten Zellen des Fruchtwandparenchyms, auf die langgestreckten Zellen der Innenepidermis und auf die gitterförmigen Gewebepartien zu achten, die, wie bei Koriander dadurch entstehen, dass die Gewebeschichten des Fruchtwandparenchyms zum Teil mit der Innenepidermis in Verbindung geblieben sind, doch sind die Zellen des Fruchtwandparenchyms gewöhnlich weit weniger hervortretend als bei Koriander (Fig. 7 Taf. II).

Fenchelfrüchte enthalten:

Prozent:	11.5	Feuchtigkeit (?)
„	17.8	Fett
„	16.2	Proteïn, davon
		15.6 Rein-Proteïn
„	24.5	N freie Extraktstoffe
„	21.3	Rohfaser
„	8.7	Asche, darin
		1.24 P_2O_5
		2.27 K_2O.

Die deutschen Fenchelfrüchte enthalten nach Zeise ca. 3.5—4% ätherisches Öl, nach Rebling 2% Zucker und 11—12.5%

fettes Öl. Durch Kultur erhaltene sind stets reicher an ätherischem Öl, als von wildwachsenden Pflanzen gesammelte. In wärmeren Ländern wird angeblich weniger, aber feineres Öl gewonnen.

Die Früchte sind offizinell, regen den Appetit etwas an, sind als Karminativum und besonders als Hausmittel zur Beförderung der Milchabsonderung angewandt. Fenchelsamen bilden neben Süssholzwurzel und Sennesblättern einen Hauptbestandteil des Brustpulvers (Pulvis pectoralis od. P. liquiritiae compositus). In Tyrol bäckt man Fenchel in Brod. Man bereitet aus den Samen ätherisches Öl und das Fenchelwasser.

In seiner Heimat wurde der Fenchel wohl seit den ältesten Zeiten benutzt, bei uns fand er Verbreitung durch die Verordnungen Karls des Grossen.

Der Ware sind häufig die Früchte des römischen Fenchels beigemengt, der ebenfalls zur Destillation benutzt wird.

Der römische, kretische, kroatische, italienische oder süsse Fenchel, Foeniculum dulce *D C.*, F. officinale *Mérat* et *de Lens*, wahrscheinlich nur eine Varietät von F. officinale *All.*, kommt aus dem südlichen Europa, z. B. aus Südfrankreich, Italien (Bologna), Malta etc. zu uns. Er ist einjährig oder mehrjährig, seine jungen Wurzeltriebe werden gegessen.

Die Früchte sind 8—12 mm lang, 3.4 mm dick, oft stark gekrümmt, cylindrisch, vom Stempelpolster gekrönt und zerfallen weniger leicht in die sichelförmig gekrümmten Teilfrüchte. Meist ist noch der 8—12 mm lange Fruchtstiel an der Frucht befestigt. Alle fünf Rippen sind strohgelb und stehen flügelartig hervor, die randständigen sind von den übrigen weiter entfernt und weit breiter; an ihrer Basis sind die Rippen so aneinander gedrückt, dass für die grünen Thälchen nur sehr schmale Räume übrig bleiben, wodurch die Ware eine sehr helle Färbung erhält. — Die ganze Mittelschicht der Frucht besteht aus grossen, netzförmig verdickten, rundlich eckigen Zellen. Die Früchte sind von sehr feinem Geruch und Geschmack. Sie enthalten ein feines, jedoch weniger reichliches Öl als die des gemeinen Fenchels, mit welchem sie im anatomischen Bau in allen wesentlichen Punkten genau übereinstimmen. Die Ölgänge sind jedoch etwas weniger weit, sie messen selten über 0.14 mm im Querschnitt.

Reine, mittelst Kämmen von den Stielen befreite Ware bildet den Kammfenchel, die gewöhnliche Sorte heisst Strohfenchel.

Die mittlere Ausbeute an Öl von 100 kg beträgt bei

Fenchel aus Sachsen	5.0—5.6 kg
„ „ Galizien	6.0 „
„ „ Ostindien (von F. Panmorium)	2.2 „

Man gewinnt das Öl durch Destillation mit Wasserdämpfen und zwar das bessere Öl aus den südlichen Ursprungsländern entstammenden Fenchelsorten.

Zur Destillation verwendet man am besten frische, grüne Früchte, welche man unzerkleinert 12—16 Stunden lang mit Wasser angefeuchtet liegen lässt und alsdann mit Dampf destilliert. Das Kühlwasser darf nicht unter + 15° C. kalt sein, da sich sonst Stearopten aus dem Öle abscheidet. In der Regel gelangt nur der kleinkörnige, durch Dreschen gewonnene Strohfenchel zur Destillation.

Das rohe Fenchelöl ist oft dunkelgelb gefärbt, das rektifizierte dagegen farblos oder schwach gelblich. Beim Aufbewahren färbt es sich allmählich dunkler. Der Geruch ist fenchelartig, der Geschmack süsslich und mild gewürzhaft. Das spez. Gewicht schwankt zwischen 0.94—1.0, liegt jedoch gewöhnlich bei 0.96 — 0.99. Nach Angaben der Firma SCHIMMEL & Co. beträgt das spez. Gewicht des Fenchelöls I bei

10° 0.975, 15° 0.970, 20° 0.965.

Die Dichte scheint mit dem Alter zuzunehmen.

Das Öl erstarrt bei + 5 bis + 10°, doch giebt es auch Fenchelöle, welche bei —18° noch flüssig bleiben; das rektifizierte Öl erstarrt viel schwieriger als das rohe. Beim Erstarren scheidet ein Stearopten aus (60—70 %), welches aus Anethol — Aniskampher — besteht. Die Hauptmasse des Öls destilliert bei 190—225° ab. Das Fenchelöl löst sich in 1—2 Teilen 90 % igem Spiritus klar auf. — Aus dem Kraute der Fenchelpflanze erhält man das Fenchelspreuöl, das als minderwertiges Fenchelöl anzusehen ist.

Das Fenchelöl besteht vorwiegend aus Anethol mit geringeren Mengen Phellandren, Pinen, Dipenten und einem

intensiv bitter, kampherartig schmeckenden Körper vom Siedepunkt 190—192° (Schimmel & Co., Bericht 1890). Es gleicht im allgemeinen dem Anisöl, nur muss sein geringerer Gehalt an festem Anethol und sein Gehalt an Phellandren berücksichtigt werden.

Das Fenchelöl wird verfälscht mit Terpentinöl und Alkohol, ausserdem ist zu beachten, dass namentlich von Österreich vielfach Fenchelöl in den Handel kommt, dem der grösste Teil des Anethols entzogen ist. Dieses Öl besitzt einen bitteren Geschmack und ist natürlich minderwertig.

Verwendet wird das Öl in der Liqueurfabrikation, ferner gemischt mit andern Ölen zum Parfümieren von Seifen, endlich dient es medizinischen Zwecken. Ein aus Fenchelöl bereiteter weingeistiger Auszug, der noch mit Fenchelöl versetzt ist, bildet das bekannte Romershausen'sche Augenwasser. Die Dämpfe des Fenchelöls erzeugen Thränenfluss und Husten.

Das bei der Destillation von Fenchelsamen mit Wasser erhaltene wässerige Destillat, Fenchelwasser (30 Teile von 1 Teil Samen), enthält nur wenig Fenchelöl gelöst und ist wie dieses offizinell.

Was die Fenchelproduktion anbelangt, so nimmt Deutschland eine nicht unbedeutende Stelle ein. Namentlich in Mitteldeutschland, welches das beste Öl liefert, findet starker Fenchelbau statt. Als Centralpunkt dieser Produktion ist Lützen anzusehen, und während der Fenchelbau ursprünglich auf die Umgebung von Lützen in westlicher und südwestlicher Richtung, von Markranstädt bis über Weissenfels, beschränkt war, hat derselbe sich auch in neuerer Zeit in nordwestlicher Richtung, nach Merseburg hinüber, ausgedehnt. Unter günstigen Verhältnissen reicht die sächsische Produktion für den inländischen Bedarf vollständig aus. Nach Schätzung betrug die Fenchelernte 1885 in dem erwähnten Distrikt ca. 13 000 Ctr., der Jahresbedarf der Firma Schimmel & Co. beträgt ca. 3000 Ctr.

Die ersten Ausfuhren neuer Ware (aus Lützen) bestehen aus dem grosskörnigen, sog. Traubenfenchel und werden gewöhnlich für den Versand genommen. Für die Destillation eignet sich am besten der kleinkörnige, sog. Strohfenchel, der im Laufe des Oktober an den Markt gebracht wird. Nicht

selten wird gefärbte Ware angeboten, um die Wirkungen des Frostes, durch welche die Körner bunt werden, abzuschwächen.

Während Lützen den Bedarf an Fenchel für Deutschland deckt, so geschieht dies von Seiten Galiziens für ganz Südeuropa. Galizischer Fenchel giebt aber ein minder feines Öl und wird in Deutschland nur im äussersten Notfalle zur Verarbeitung herangezogen. — In Mähren ist die Produktion kaum noch nennenswert. — Puglieser und levantiner Fenchel sind für die Destillation nicht verwendbar, da beide ein von der einheimischen Ware ganz verschiedenes, fremdartiges Aroma haben — Probeweise importierter toskanischer Fenchel hat sich ebenfalls als unbrauchbar erwiesen.

Im Jahre 1886 erschien als neuer Konkurrent in Fenchel Rumänien, und zwar mit einer, der galizischen ähnlichen, kleinkörnigen Ware von lebhaft grüner Farbe.

Grössere Posten einer grosskörnigen, hellfarbigen Fenchelsorte kommen aus Macedonien, doch eignet sich diese Sorte nicht für den hiesigen Geschmack.

1889 gelangte japanischer Fenchel als Neuheit probeweise an den Markt und zwar unter der Benennung „Anis", die insofern eine gewisse oberflächliche Berechtigung hat, als das Korn dem des Anis in Form und Grösse ausserordentlich ähnlich ist. Nach Rein gehört jedoch der japanische Fenchel derselben Gattung an, wie der europäische.

Der ostindische Fenchel stammt dagegen von Foen. Panmorium *DC.*, einer Abart von F. officinale *All.* Derselbe ist von ziemlich grossem, hellgelbem Korn und zeigt nicht nur einen geringeren Gehalt an äther. Öl, sondern auch ein wesentlich anderes, für den hiesigen Geschmack nicht passendes Aroma. Er ist noch weniger, als der levantinische Fenchel geeignet, das deutsche Produkt zu ersetzen.

Die Rückstände der Destillation sind ein wertvolles Futtermittel. Sie enthalten:

No.	Bemerkungen	Jahr der Untersuchung	In der ursprünglichen Substanz								
			Wasser	Proteïn	verdaulich %	Rein-Proteïn	Fett	Nfr. E.	Rohfaser	Asche	Sand
1	In Kuchen gepr. . .	1870|77	9.23	15.28	—	—	12.00	33.12	20.15	10.07	—
2	Lose	1881	8.68	21.50	—	—	13.87	32.45	15.65	7.85	—
3	„	1878	11.60	15.10	—	—	12.90	33.40	19.80	7.20	—
4	„	1881	9.10	18.81	—	—	15.74	21.79	24.40	10.16	—
5		1886	9.04	17.06	—	—	17.11	20.24	25.95	10.60	—
6		1884	—	17.00	—	—	12.00	—	—	—	—
7		1890	8.5	13.9	84.2	12.7	18.5	30.1	16.9	12.1	—
8	von Aleppo	1891	5.4	17.1	—	—	16.4	35.2	12.5	13.4	1.1
9	„ Damaskus . . .	1891	5.9	13.8	—	—	16.3	38.7	13.8	11.5	0.5
10	„ Lützen	1892	7.2	18.3	74.6	—	13.7	35.1	15.2	10.5	1.3

Kümmel.

Der gemeine Wiesen- oder Feldkümmel, Carum Carvi *L.* (Aegopodium Carum *Wild.*, Apium Carvi *Crtz.*, Bunium Carvi *Bieberst.*, Foeniculum Carvi *Link*, Lagoecia cuminoides *Willem*, Ligusticum Carvi *Bth.*, Seseli Carvi *Lam.*, Seseli Carum *Scop.*, Sium Carvi Bernh., Garbe, Karbe, Kramkümmel, Kümmich, Makümmich, Kimm Karwij, Kommen, Kummin, Karbensamen, Brod- oder Speisekümmel, Common Caroway [engl.] Carvi, Cumin des prés [franz.]), die einzige deutsche Art, findet sich überall auf guten trockenen Wiesen und Triften im mittleren und nördlichen Europa bis zur Birkengrenze, in Südsibirien und im Elbursgebirge und wird vielfach auf den Feldern kultiviert, so in Holland, in Deutschland (bei Halle, Erfurt, Hamburg, Nürnberg, in Ostpreussen), in Tyrol, auch in Polen und Russland, ferner in Norwegen bei Christiania und Tromsoe, in Schweden und in Finnland, weil der Wiesenkümmel, welcher beim Abmähen der Wiesen gesammelt wird, bei weitem für den Bedarf nicht ausreicht und auch keinen ständigen Handelsgegenstand bildet. Der kultivierte Kümmel unterscheidet sich von der wildwachsenden Stammpflanze nur durch höheren Wuchs und durch vollere, grössere, stärker riechende Früchte.

. Der Kümmel hat rübenartige Wurzel, ästigen, 0.3—1.0 m hohen, kantig-riefigen, kahlen Stengel, doppelt gefiederte Blätter, fiederspaltig-vielteilige Blättchen, die an der Hauptrippe des Blattes kreuzweise gestellt sind, gipfelständige, meist vielstrahlige, flache Dolden ohne Hülle, höchstens mit 1—3 borstlichen Blättchen, weisse, seltener rosenrote Blüten mit fünf Staubgefässen und einem zweifächerigem Fruchtknoten.

Sein Anbau gehört zu den einträglichsten Kulturen. Mit Bezug auf den Boden kann der Kümmel als eine wenig wählerische Pflanze angesehen werden, da er sowohl auf Sand-, Thon-, Mergel-, Kalk- und Bruchböden gedeiht, wenn dieselben nicht zu undurchlassend sind und sich in gutem Kulturzustande befinden. Man sät ihn während der Baumblüte in 30 cm von einander entfernten Reihen (10—14 kg pro ha) und behandelt ihn im übrigen wie Anis, sorgt aber dafür, dass die einzelnen Pflanzen in den Reihen 15 cm von einander entfernt stehen. Man sät den Kümmel aber auch auf Gartenbeete und verpflanzt ihn im Juli bei trübem Wetter auf den Acker. Da er auch Beschattung verträgt, eignet er sich ebenfalls zum Anbau in

Baumgärten. Er keimt ziemlich schwer und braucht zur Keimung bei einer konstanten Temperatur von 10.5° immer noch 16 Tage.

Im Herbst schneidet man in jedem Fall das Kraut bis zum Herzblatt ab und verbraucht es zur Fütterung, ein Verfahren, durch welches der Samenansatz im ersten Jahre gehindert wird und die an sich zweijährige Pflanze zu einer ausdauernden gemacht werden kann.

Im folgenden Jahre blüht der Kümmel im Mai und muss geschnitten werden, sobald die oberste Dolde zu reifen beginnt und die übrigen grüne, entwickelte Früchte haben. Man zieht die Pflanzen vorsichtig aus und schüttelt sie über einem ausgespannten Tuche, wodurch die reifsten und vollkommensten Früchte abfallen (Primaware). Hierauf bindet man sie in kleine Bündel, lässt diese auf dem Acker oder auf dem Hofe, der Sonnenwärme zum Nachreifen ausgesetzt, stehen, um die trockenen Früchte durch Dreschen zu gewinnen. Der Ausdrusch ist leicht, der Ertrag im Durchschitt 30—40 Ctr. pro ha.

Man baut den Kümmel auch zur Benutzung der Wurzeln, sät ihn dann stets auf den Acker, stellt die Pflanzen beim Jäten 20—25 cm von einander und erntet die Wurzeln im Oktober, die dann ein dem Pastinak ähnliches, aber nicht für alle angenehmes Gemüse geben.

Der Kümmel leidet durch Mäuse, Kaninchen, Engerlinge und die Larve des Pfeifers oder der Kümmelschabe (Depressaria nervosa *Haw.*). Durch den Frass der letzteren wird der Samenansatz beeinträchtigt und oft grosser Schaden angerichtet. Zur Abwehr lässt sich nur Ausraufen und Verbrennen der kranken Stengel, nachdem sich die Räupchen in ihnen verpuppt haben, Verbrennen des Kümmelstrohs und schnelles Ausdreschen des Kümmels empfehlen.

Die Frucht des Kümmels ist länglich, seitlich zusammengedrückt, fünfrippig. Der Fruchtträger ist bis zur Mitte ungeteilt, von hier gabelig gespalten. Die beiden Mericarpien trennen sich bei der Reife leicht, so dass die Handelsware meist nur aus Teilfrüchten besteht. 200 Stück grössere, frische (aus beiden Merikarpien bestehende) Früchte wiegen 2.16 g, ebensoviele zwei Jahr alte nur 0.952 g.

Die Teilfrüchte sind grünlich braun, 4—6 mm lang, 2.5 mm tief, 1.3 mm breit, sichelförmig gekrümmt, im Quer-

schnitt fast regelmässig fünfeckig, nach beiden Seiten verjüngt, mit konvexem Rücken und koncaver Berührungsfläche. Zwischen den stroh- oder weissgelben, wenig vortretenden, schmalen, stumpfen Hauptrippen liegen vier doppelt so breite dunkelbraune glänzende Thälchen mit je einem erhabenen Ölstriemen; zwei Ölstriemen liegen auf der flachen Kommissuralfläche.

Hier und da erblickt man an den Früchten noch die beiden kurzen, nach rückwärts gekrümmten, auf gewölbten Trägern stehenden Griffel.

Das Perikarp der Fruchthälften besitzt eine kleinzellige isodiametrische, Spaltöffnungen führende äussere (Taf. V Fig. 5) und eine aus querverlaufenden, grösseren, langgestreckten tangentialen Parenchymzellen bestehende innere Oberhaut. Die Zellen der ersteren sind auf der freien Aussenseite streifenlängsfaserig verdickt, die der letzteren besitzen durchschnittlich eine Länge von 84 μ und eine Breite von 22.5 μ. Zwischen den beiden Epidermen befindet sich das aus 6—8 Reihen bestehende dünnwandige Fruchtwandparenchym, welches teils aus collabierten luftführenden, teils nur ätherisches Öl enthaltenden Parenchymzellen zusammengesetzt ist und die Ölgänge und Gefässbündel umschliesst. Die Gefässbündel der fünf Rippen, mit einer halbkreisförmigen oder halbmondförmigen mit der Konvexseite stets nach aussen gekehrten Querschnittsform von etwa 0.18 mm Breite und 0.08 mm Dicke, bestehen hauptsächlich aus dickwandigen Bastzellen neben wenigen Holzzellen, Netzgefässen und Leitzellen, sind von 4—6 Parenchymzellreihen auf der äusseren Seite bedeckt, nach innen stossen sie fast direkt an die innere Epidermis. Ihr Radialquerdurchmesser beträgt ca. 0.11 mm. Nicht selten findet man im Grundgewebe auf der äusseren Seite dieser Gefässbündel noch 1—2 kleine Balsamgänge. Die in den Thälern einzeln liegenden Balsamgänge, auf dem Querschnitt elliptisch oder fast dreieckig, sind 0,168 – 0.28 mm breit, nach Wiesner im Mittel 0.27 mm in tangentialer und 0.09 mm in radialer Richtung gross, ringsum durch kleine parenchymatische Zellen mit körnigem balsamführendem Inhalte scharf begrenzt. Sie sind auf der peripherischen Seite von 4—5 comprimierten Zellreihen bedeckt und erheben sich etwas über die Oberfläche. Erfüllt sind sie mit blassgelben Öl. Nach Moeller soll sich in der Umgebung der Striemen eine Schicht sklerotischer Zellen finden (Taf. V Fig. 2), die mir allerdings

entgangen ist. Die aus Gefässbündelmasse bestehenden beiden Fruchtträger haben einzeln eine Breite von 0.225 mm und eine (radiale) Tiefe von 0.056 mm.

Die Testa ist braun gefärbt, ihre Oberhautzellen sind grosszellig; in der Raphegegend sind 6—8 Reihen dünnwandiger isodiametrischer Parenchymzellen, in denen das Gefässbündel eingebettet liegt, erkennbar; ausserhalb der Raphe lassen sich unter der genannten Oberhaut nur noch Überreste von einer oder wenigen Zellreihen undeutlich erkennen.

Das Endosperm ist auf dem Querschnitt nahezu so tief als breit, mit fünf grösseren stumpfen, gerundeten, den Rippen entsprechenden und einem kleineren, schmäleren, samennahtständigen Lappen und dazwischen liegenden entsprechenden gerundeten Buchten. (Taf. V Fig. 1). Die isodiametrischen Parenchymzellen derselbsn sind etwas gleichmässig dickwandig (Taf. V Fig. 4), ihre gegenseitigen Grenzen sind leicht erkennbar. Sie enthalten reichlich Fett und Proteïn und sind vom Centrum aus strahlenförmig angeordnet. Der Embryo liegt an der Spitze des Endosperms, sein Axenteil ist 0.9 mm lang, 0.26 mm dick. Die Kotyledonen sind 0.88 mm lang.

Im feingemahlenen Zustande Kümmelsamen mit Sicherheit zu bestimmen dürfte auf Schwierigkeiten stossen.

Die Kümmelfrüchte besitzen einen stark gewürzhaften Geruch und einen bitterlichen erwärmenden Geschmack. Sie enthalten nach Trommsdorf in tausend Teilen:

4.38	ätherisches Öl
15.00	Pflanzenwachs
3.00	festes Harz
80.00	eisengrünenden Gerbstoff
20.00	Schleimzucker mit pflanzensaurem Kali und Kalk
70.00	Chlorophyll
40.00	Schleim mit phosphors. Kali und anderen Salzen
30.00	apfelsaures Kali mit Farbstoff
700.00	Pflanzenfasser
37.62	Wasser und Verlust.

Nach König enthalten Kümmelsamen:

Prozent:	13.2	Wasser
„	19.4	Proteïn
„	1.7	flüchtiges ätherisches Öl
„	17.3	Rohfett
„	2.1	Zucker
„	18.2	sonstige N freie E.
„	22.4	Holzfaser
„	5.6	Asche.

Ich habe gefunden bei Kümmelsamen aus Holland:

	I. (1891)	II. (1892)
Feuchtigkeit	11.4 %	10.4 %
Fett (Ätherextrakt)	18.5 „	18.5 „
Proteïn	20.2 „	20.4 „
Rohfaser	13.3 „	12.6 „
Asche	6.5 „	6.4 „
N freie E.	30.1 „	31,7 „

Das im Endosperm enthaltene fette Öl beträgt nach Harz 7 %; dasselbe ist für sich allein farblos, es wird jedoch infolge beigemengten Chlorophylls stets grün gefärbt erhalten. Die Menge des Gerbstoffes beträgt 7—8 %.

Man benützt den Kümmel allgemein als Gewürz, besonders in der Bäckerei und Käsefabrikation, zu Sauerkraut, Kümmelwurst etc., zur Darstellung von ätherischem Öl und Liqueur, seltener als Arznei. — Das Kümmelstroh dient als Schaffutter, zum Einstreuen, als Brennmaterial und zum Besenbinden; die Spreu wird auf Kümmelspreuöl verarbeitet, das aber weit weniger gut ist als das eigentliche Kümmelöl.

Kümmel ist erst im Mittelalter in Gebrauch gekommen; ob die Römer ihn kannten ist wohl zweifelhaft, da wahrscheinlich ihre „carische“ Frucht unserm Fenchel entspricht, und bei den alten Griechen und Römern statt unsern Kümmels der römische Kümmel (Cuminum) zur Verwendung gelangte. In arabischen Schriften des 12. Jahrhunderts führt der Kümmel den Namen „Karawya“.

Von grossartigster Bedeutung ist die Gewinnung des ätherischen Öls.

Das ätherische Kümmelöl ist dünnflüssig, im frischen Zustande blassgelb, wird aber namentlich im Lichte bald dunkelgelb bis bräunlich, und zwar um so schneller, je weniger rein es ist. Gutes Kümmelöl hält sich nach Maier während eines ganzen Jahres unverändert blassgelb. Der Geruch des Öles ist rein kümmelartig, der Geschmack stark kümmelartig und brennend. Die Dichte schwankt zwischen 0.8845 und 0.9745; nach Maier besitzt ein gutes Kümmelöl eine Dichte von 0.897, das gewöhnliche des Handels eine solche von 0.91—0.925; Mierzinski giebt für die Dichte 0.917—0.921 an, Williams 0.91—0.913 bei 15.55°. Das deutsche Arzneibuch verlangt eine Dichte von 0.96, also nur den höher siedenden Anteil des Kümmelöls, das Carvol. Dichten unter 0.91 sind bedenklich, da alsdann dem Öle wahr-

scheinlich ein Teil des Carvols (spez. G. = 0.965) entzogen worden ist.

Das Kümmelöl siedet von 175—230°. Nach Williams liegt der Siedepunkt bei 192.8 bis 197.8 ° C. Bei 175—190 ° beginnt das Sieden; auch bei 245 ° bleibt noch eine braune harzige Masse zurück.

Kümmelöl löst sich in gleichem Volumen von 90 % Spiritus auf, ebenso leicht in Äther.

(Das Kümmelspreuöl riecht ebenfalls kümmelartig, aber weniger rein und angenehm, auch besitzt es einen herben harzigen Geschmack).

Das Kümmelöl besteht aus Carvol $C_{10}H_{14}O$, einem rechtsdrehenden Körper ($\alpha D = + 62.07^0$) vom spez. Gewicht 0.9598 (bei 20°) und einem Siedepunkt von 224° und einem als Carven bezeichneten stark rechtsdrehenden Terpen vom Siedepunkt 174° und spez. Gewicht 0.849, welches identisch ist mit Limonen ($C_{10}H_{16}$). Der charakteristische Geruch des Kümmelöls wird durch das Carvol bedingt, von dessen Gehalt der Wert des Öles abhängt. In holländisehem Kümmel ist 60—65 %, in deutschem und norwegischem 45—50 % Carvol enthalten, Limonen 40—35 resp. 55—50 %.

Das Kümmelöl findet Verwendung in der Likörfabrikation, der Parfümerie und der Medizin. Zum Parfümieren dient es nur bei Seifen und zwar im Gemisch mit anderen Ölen (z. B. für sog. Windsorseifen). Zerstossene Kümmelfrüchte werden auch direkt bei Bereitung von billigem Riechpulver verwendet. Selten verwendet man weingeistige Lösungen von Kümmelöl als weniger feines Taschentuchparfüm. Medizinisch ist es als reizendes magenstärkendes, blähung- und harntreibendes Mittel innerlich im Gebrauch, meist als Hausmittel bei Koliken. Auch zu Klystieren, wie zur Erzeugung künstlicher Balsame und in der Bereitung von Pflastern verwendet man es. Grössere Mengen innerlich gebraucht wirken giftig.

Das Kümmelöl wird durch Terpentinöl, Alkohol, Kümmelspreuöl etc. verfälscht; es kommt sogar ein Gemisch aus Terpentin und Kümmelöl als Kümmelspreuöl in den Handel. Sehr häufig wird auch ein Kümmelöl zu billigen Preisen verkauft, dem die Hauptmenge des Carvols bereits entzogen ist.

Die Gewinnung des Kümmelöls erfolgt durch Dampfdestillation des vorher eingeweichten Kümmels. Die bei der

Destillation von der Firma Schimmel u. Co. verwendeten Retorten fassen 2500 kg Kümmelsamen, die Dauer der Destillation beträgt 6—8 Stunden. Die Firma vermag also mit Hilfe ihrer Patent-Apparate 160—180 kg Kümmelöl in 7 Stunden zu fabrizieren. — Man kann die Ausbeute an Öl erhöhen, wenn man den Kümmel unmittelbar vor der Destillation zerkleinert, ein längeres Liegen namentlich im gepulverten Zustande ist dagegen der Güte des Öls nachteilig.

Der Ertrag an Kümmelöl ist ein sehr verschiedener, je nach der Abstammung des Samens.

Die mittlere Ausbeute an Öl von 100 kg beträgt bei Samen aus

Deutschland	(kultiviert)	4.0 kg.
Holland	„	5.5 „
Ostpreussen	„	5.0 „
Mähren	„	5.0 „
Deutschland	(wild)	6.0—7.0 „
Norwegen	„	6.0—7.0 „
Russland	„	3.0 „

Der beste Kümmel für Destillationszwecke ist der holländische, das Kümmelöl aus holländischem Samen ist das schwerste und deshalb auch das feinste und beste, welches existiert. Sein spez. Gewicht beträgt 0.910, während Kümmelöl aus deutschem Wiesenkümmel ein solches von 0.905 besitzt. Der von Ostpreussen und Finnland in den Handel gebrachte Wiesenkümmel ergiebt zwar 4—7% Öl, doch ist dieses minder gut. Das Gleiche gilt vom norwegischen Kümmel, der zwar 6.1—6.4% Öl liefert, aber solches mit nur 47—49% Carvol, während Öl aus holländischem Samen 60—65% enthalten soll. Im allgemeinen ist der Ölertrag aus Kümmel von nördlichen Pflanzstellen besser, als aus solchen, der dem Süden entstammt. Ebenso nimmt die Kümmelölmenge in der Frucht bei kälterem, feuchtem Wetter zu. Der Grad der Reife scheint den Ertrag weniger zu beeinflussen.

Bei dem bedeutenden Einfluss, welchen die holländische Produktion von Kümmel auf den allgemeinen Wert des Artikels ausübt, kommt diese Sorte stets in erster Linie in Betracht. Die holländische Ernte wurde geschätzt:

1880	auf 40 000	Ballen	=	2 000 000 kg
1881	„ 45 000	„	=	2 250 000 „

Das Jahr 1885 war ein ungünstiges; der Ertrag wurde taxiert auf

700 ha à 30 Ballen	=	21 000 Ballen	=	1 050 000 kg
200 „ „ 20 „	=	4 000 „	=	200 000 „
		in Summa		1 250 000 kg,

eine Menge, die kaum für den Bedarf von England und Deutschland ausreicht.

Trotzdem dass Anfang der 80er Jahre die holländische Produktion allein schon so gross war, um den Bedarf vollkommen zu decken, nahm doch der Anbau von Jahr zu Jahr zu. Während 1885 in den besten nordholländischen Kümmelgegenden nur 600 ha mit Kümmel bepflanzt worden waren, stieg der Anbau im Jahre 1886 auf 1620 ha; die Kümmelfelder in Südholland taxierte man 1886 auf 400 ha und man konnte annehmen, dass in jenem Jahre 2500 ha mit Kümmel bepflanzt gewesen sind. Im Jahre 1888 betrug die bebaute Fläche sogar 3500 ha und es entstand gegenüber vermindertem Gebrauch eine Überproduktion an Kümmelsamen, die schwere Folgen nach sich ziehen musste und sich zunächst darin äusserte, dass grosse Massen von Kümmelsamen unverkäuflich blieben, in die folgenden Jahre mit hinüber genommen werden mussten, dadurch die Preise drückten und sehr bald den Kümmelbau nicht mehr lohnend erscheinen liessen. Die Ernte 1886 betrug nach Schätzung mindestens

	120 000 Ballen	=	6 000 000 kg
1887	135 000 „	=	6 750 000 „
1888	130 000 „	=	6 500 000 „

Eine Einschränkung des Kümmelbaues konnte nicht ausbleiben, die Produktion sank denn auch

1889 auf	75 000 Ballen	=	3 750 000 kg	
1890 „	55 000 „	=	2 750 000 „	und betrug
1891 gar nur noch	16 000 „	=	800 000 „	

Am deutlichsten kommt der Rückschlag zur Geltung, wenn man die Anzahl der mit Kümmel bepflanzten Hektare Land unter einander vergleicht. Dieselbe betrug nach Schätzung:

	1888	1889	1890	1891	1892
Nordholland	2700	1700	1200	700	500 ha
Groningen	300	500	400	150	100 „
Seeland	300	350	300	200	150 „
Südhollaud	200	250	200	30	— „
	3500	2800	2100	1080	750 ha.

Während früher der holländische Kümmelhandel äusserst solid war, griff 1885 Unsolidität Platz. Es kursierte ungemein viel Ware, die mit ungesiebten deutschen und russischen Sorten gemischt sich durch unegales Korn und geringen Gehalt kennzeichnete.

Aus Russland kommen zwei Sorten Kümmel in den Handel, der finnische und der russische. Letzterer ist von so geringer Qualität, dass nur die Verarbeitung an Ort und Stelle Rechnung giebt. Ersterer ist bedeutend besser von Korn und auch reiner, wird aber in Öfen getrocknet und nimmt dadurch einen Rauchgeschmack an, der sich auch dem daraus destillierten Kümmelöl mitteilt. Diese Sorte wird nur verarbeitet, wenn Mangel an besserem Rohmaterial herrscht.

Die Produktion von Finnland ist ganz bedeutend. Der Hauptstapelplatz für diese Provenienz, Lübeck erhielt in den Jahren 1874—81 folgende Quantitäten zugeführt:

1874	250 000 kg
1875	290 000 „
1876	250 000 „
1877	500 000 „
1878	270 000 „
1879	400 000 „
1880	250 000 „
1881	300 000 „

Wie geringe Sympathien die finnländische Ware aber geniesst, geht am besten daraus hervor, dass 1881 in Lübeck lagerten:

ca. 150 000 kg finnl. Kümmel von der 79er Ernte
„ 100 000 „ „ „ „ „ 80er „
„ 75 000 „ „ „ „ „ 81er „

1890 betrug die Ausfuhr aus Finnland nur 50 853 kg und von Russland sind über Libau 1888 nur 255 Pud = 4177 kg, davon 59 Pud = 967 kg nach Deutschland ausgeführt worden.

Auch Norwegen baut Kümmel. Die Kümmelpflanze kommt dort bis 71° 7′ n. Br. und im Süden bis 1098 m über dem Meeresspiegel vor. Es ist interessant, dass der unter den höchsten Breitengraden wachsende Kümmel auch prozentual den höchsten Ölgehalt zeigt. Es ergab:

Kümmel aus Norwegen	59° 55′ n. Br.	6.1 % Öl
„ „ „	69° 39′ „ „	6.4 „ „

Norwegen führte aus von:

	Christiania	Drontheim	Bergen	im Werte von
1885 hl	4268	639	—	147 200 Kronen
1886 „	2703	620	2	99 800 „

In Norwegen selbst werden 600—700 norwegische Tonnen à 139 l jährlich verbraucht, so dass die Gesamtproduktion auf 4000—6000 hl (je nach der Ernte) oder 300 000 bis 450 000 kg zu veranschlagen ist.

Vom Anbau des Kümmels in Deutschland ist entschieden abzuraten, da derselbe nur 4 % Öl (gegenüber 5.5—6 % beim holländischen) liefert und dieses Öl auch noch dazu weniger gut ist. Die Kümmel-Produktion in Deutschland mag einige tausend Centner betragen, sie eignet sich aber mehr zum Handverkauf. Wie Kulturversuche in nächster Nähe von Leipzig ergeben haben, zeigt der hier aus prima holländischer Saat gezogene Kümmel schon im ersten Jahre eine wesentliche Abnahme im Ölgehalt, dass die an sich sehr ansehnliche grosskörnige und blanke Ware nur für den Handel, nicht für die Destillation Interesse hat. Als Handelsware werden die eleganten Kümmelsorten aus der Provinz Sachsen und aus dem Oderbruch weit über den Wert bezahlt. Wahrscheinlich ist der Marschboden und das feuchte Klima Hollands dem Anbau des Kümmels günstiger, als es die Verhältnisse in Deutschland sind.

Der gesamte Anbau von Deutschland, Norwegen und Finnland ist nicht imstande, mit Holland in einen Wettbewerb einzutreten.

Als kümmelproduzierende Länder sind noch zu nennen: Ostpreussen, Galizien und Mähren.

Der ostpreussische Kümmel verdient als eine der besten, ansehnlichsten Sorten bezeichnet zu werden, wenn er sorgfältig gereinigt und nicht mit Sand vermischt ist.

Der bisweilen in kleinen Partien vorkommende Mogadore-Kümmel ist für die Destillation unbrauchbar. Man erkennt denselben an seinem auffallend hellen, grossen Korn, welches noch mit Überresten der Stiele versehen ist. Der Geschmack ist schwach und fade, das daraus gewonnene Öl unbrauchbar.

Der bedeutendste Kümmelkonsument der Welt ist Deutschland. Es führte 1880 1 153 100, 1881 1 171 400 kg Kümmel ein, etwa 23 000 Ballen pro Jahr darstellend.

1886 betrug die Einfuhr von Kümmel allein aus Holland:

nach Preussen	549 902 holl. fl.
„ Hamburg	172 336 „ „
in Summa	722 238 holl. fl.,

etwa ein Quantum von 2 000 000 kg repräsentierend.

Bei dem Leipziger Haupt-Zollamt gelangten

1880	312 748 kg
1881	372 448 „
1882	389 679 „

ausländischer Kümmel zur Verzollung und da man den hiesigen Platzbedarf auf 750 000 kg taxiert, so ergiebt sich, dass 1881 ausländischer und inländischer Kümmel etwa zu gleichen Teilen verarbeitet worden sind.

Werden die Kümmelsamen unzerquetscht destilliert, so ist es ein beliebtes Verfahren, die abdestillierten und wieder getrockneten Samen zur Vermischung der gewöhnlichen Handelsware zu benutzen. Ende der 70er Jahre (heute!?) war dies ein sehr beliebter Handelsbrauch und namentlich war es Leipzig, wo die Prozedur mit Hilfe besonderer Einrichtungen fabrikmässig betrieben wurde. Mehrere Fabrikanten in Mähren destillierten den Kümmelsamen nur einige Stunden, gewinnen also das Kümmelöl nur teilweise und lösen dann für den wieder getrockneten, noch einen Teil des Öls enthaltenden Kümmelsamen fast denselben Preis, den reelle Ware giebt.

Nicht zu unterschätzen sind die Rückstände als Futtermittel für unsere landwirtschaftlichen Nutztiere, wie aus folgenden Analysen hervorgeht, die zum teil aus Dietrich und König entnommen sind, zum teil ältere, nicht veröffentlichte und neuere in Möckern ausgeführte Untersuchungen betreffen. Besonders sei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, dass die Rohfaserbestimmungen von No. 14—16 mit vollständig entfetteter Substanz ausgeführt sind.

Der Preis von 100 kg Kümmelsamenrückstände betrug 1892 12 Mark.

Kümmelrückstände enthalten:

No.	Bemerkungen	Jahr der Untersuchung	In der ursprünglichen Substanz								
			Wasser	Rohprotein	Verdaulich %	Reinprotein	Rohfett	N fr. E.	Rohfaser	Asche	Sand
a) im wässerigen Zustande.											
1		1876	32.27	15.13	—	—	10.49	26.04	10.39	5.68	—
2		1877	25.50	18.16	—	—	12.81	27.11	10.93	5.69	—
3		1878	21.80	18.80	—	—	12.80	28.90	11.80	5.90	—
4		"	25.30	19.00	—	—	13.20	26.10	10.80	5.60	—
5		"	59.90	8.80	—	—	8.30	12.70	6.60	3.70	—
6		"	45.10	14.10	—	—	11.80	16.70	8.50	3.80	—
7		1875	32.99	13.94	—	—	14.47	21.46	11.54	5.60	—
8		1879	54.4	10.3	—	—	9.7	14.0	7.8	3.8	—
b) im lufttrockenen Zustande.											
1		1876	10.29	19.95	—	—	20.16	27.84	13.94	7.82	—
2		"	11.60	21.40	—	—	17.00	28.40	14.70	6.90	—
3		"	10.97	21.13	—	—	16.79	28.14	15.87	7.10	—
4		1881	8.48	20.56	—	—	16.44	26.56	19.60	8.36	—
5		1886	8.01	21.81	—	—	19.07	17.27	27.04	6.80	—
6		"	8.39	20.31	—	—	19.20	21.11	20.69	10.30	—
7		1875	12.00	18.31	—	—	19.00	28.18	15.16	7.35	—
8		"	—	22.00	—	—	12.00	—	—	—	—
9		1880	7.8	23.5	—	—	13.4	33.7	14.8	6.8	—
10		1882	10.1	22.3	—	—	16.0	32.1	13.4	6.1	—
11		1881	4.5	23.7	75.9	—	—	—	—	—	—
12		1888	8.6	20.7	86.3	19.7	14.8	36.1	13.4	6.4	0.2
13		1890	8.2	23.9	81.3	21.8	14.2	26.8	19.8	7.1	—
14	von Holland	1891	6.1	22.9	—	—	14.0	35.8	14.3	6.9	0.6
15	von Norwegen	1892	7.4	20.6	75.8	—	16.1	35.3	12.6	8.0	1.0
16	von Holland	1892	6.7	23.0	77.0	—	15.2	34.2	13.4	7.5	—

Cumin.

Im Gegensatz zum gewöhnlichen Kümmelöl (Oleum Carvi) giebt es noch ein „römisch“ Kümmelöl, das durch Destillation der Samen von Cuminum Cyminum *L.* gewonnen wird.

Cuminum Cyminum *L.*, römischer, echter, langer, scharfer, venetianischer, italienischer, wälscher, egyptischer Kümmel, auch Mutter-, Kern-, Hafer-, Linsen-, Kreuz-, Pfaffen-, Stachel- oder Pfefferkümmel, Kumin oder Kominsamen, Cumin, Cumin des prés (franz.), Cumin-seed (engl.), mit einer einzigen Art ist ein nordafrikanisches (egyptisches und äthioptisches) Sommergewächs, das in Südeuropa als Arzneipflanze häufig kultiviert wird. Der römische Kümmel hat 3zählige, vielteilige Blätter mit linealborstenförmigen Zipfeln und weisse oder rötliche Blüten mit länglichen, ausgerandeten Blumenblättchen in wenigstrahligen Dolden. Die längliche, beiderseits zugespitzte Frucht ist mit kurzen zusammengesetzten Borstenhaaren dicht besetzt, ist seitlich etwas zusammengedrückt, länglich und hat 5 kurzborstige, fadenförmige, mässig vorstehende Hauptrippen und 4 weichstachlige fast ebenso kräftige breite Nebenrippen. Die Spaltfrucht trennt sich nicht leicht; sie ist 6 mm hoch, 2.2 mm tief, 1.5 mm breit, hellgraugrün, graugelb bis graulichbraun gefärbt. 200 St. der grösseren wiegen 1.48 g.

Die Früchte besitzen einen eigentümlichen, scharfen, kümmelartigen (eigentlich mehr an Fenchel erinnernden) unangenehmen Geschmak und gewürzhaften Geruch.

Da sich die Fruchthaut mit den grossen, querelliptischen Ölgängen leicht loslöst, so findet man in der Handelsware bisweilen auch freie Samen.

Die beiden Fruchtepidermen und das dazwischen liegende Parenchym sind von gewöhnlicher Beschaffenheit. Die Hauptrippen sind mit kurzen einfachen Borstenhaaren, die Thäler und Nebenrippen mit Weichstacheln aus langgestreckten zahlreichen Parenchymzellen besetzt. Unter jeder Nebenrippe liegt ein im Querschnitt linsenförmiger Ölgang von bis 0.16 mm Breite. Die Commissur ist zweistriemig, die Testa gewöhnlich; das Endosperm ist vom Rücken stark komprimiert, auf der Innenseite nierenförmig ausgerandet. (Taf. III Fig. 7).

Die Kreuzkümmelfrüchte enthalten nach Bley in 1000 Teilen:

2.359 ätherisches Öl
0.319 Essigsäure
71.350 Chlorophyll
5.000 Myricin
77.250 fettes Öl
7.000 gerbstoffhaltigen Extraktivstoff mit Chlorkalium und schwefelsaurem Kalk
2.000 Weichharz
16.000 Hartharz
122.000 Extraktivstoff mit Chlorkalium und apfelsaurem Kalk
160.000 Gummi mit apfelsaurem Kalk; ferner durch Salzsäure und nachher durch Ätzkali ausgezogenes
60.000 Schleimgummi
4.000 apfelsaure Magnesia
20.000 Gummi
117.000 Pflanzenkleber
38.000 verhärteten Eiweissstoff
116.000 Harz
86.000 Pflanzenfaser
90.000 Wasser
1.722 Schwefel und Verlust.

Die Asche der ausgezogenen Pflanzenfaser enthielt Chlorkalium, schwefelsaures Kali und Kalk, Kalkerde, Kieselerde, Eisenoxyd und Manganoxyd.

Die Alten bezogen den Mutterkümmel meist aus Smyrna und schätzten ihn so hoch, dass die reichen Römer sogar einen besonderen Sklaven als Kümmelbewahrer hielten. Die Samen werden von Ärzten in Südeuropa und im Orient als Heilmittel gebraucht; bei uns geschieht dies nur selten, häufiger verwenden Landleute diesen Kümmel als Hausmittel. Er wurde früher, ebenso wie der gewöhnliche Kümmel, als erregendes und Blähungen treibendes Mittel angewandt. Die Früchte dienen auch als Gewürz, in Holland z. B. allgemein zur Würzung der Käse. Man streut ihn auch den Pferden unter den Hafer (Haferkümmel) um sie zum Fressen zu reizen.

Der „römische“ Kümmel kommt aus Sizilien, Spanien, Syrien, Marokko, der Berberei und Indien; die beste Sorte ist die aus Malta.

Behufs Gewinnung des ätherischen Öls lässt man die Früchte längere Zeit in angefeuchtetem Zustande liegen und destilliert sie alsdann mit Wasserdampf. Die mittlere Ausbeute an Öl von 100 kg beträgt bei Cuminsamen aus

Mogadore	3.00 kg
Malta	3.90 „
Syrien	4.20 „
Ostindien	2.25 „

Das „römisch“ Kümmelöl ist farblos, häufig grünlich, in der Regel gelb und zwar um so dunkler, je älter es ist. Nur in stets verschlossener, im Dunkeln aufbewahrter Flasche verändert sich das Öl nicht. Es ist sehr dünnflüssig, wird aber mit dem Alter dickflüssiger und nimmt dabei saure Reaktion an. Der Geruch ist unangenehm durchdringend, wie der des Kreuzkümmels, der Geschmack sehr scharf, gewürzhaft und etwas bitterlich, dabei den Gaumen sehr reizend. Das spez. Gewicht beträgt 0.9727 bei 13.4° für Öl des Handels, 0.9034 bei 21° für ganz frisches Öl.

Nach dem Bericht von Schimmel u. Co. ist das spez. Gewicht bei

10°	15°	20°
0.925	0.922	0.918

Das Öl beginnt bei 170° zu sieden, der Siedepunkt steigt aber rasch bis über 230°. — In Wasser ist das Kümmelöl verhältnismässig stark löslich; in jedem Verhältnis löst es sich in absolutem Alkohol. Von Alkohol mit spez. G. = 0.85 bei 15° sind drei Teile nötig. — In Luft lässt es sich nicht unverändert destillieren.

Das römisch Kümmelöl besteht aus 23 % Cymol ($C_{10}H_{14}$) und 77 % Cuminol ($C_{10}H_{12}O$).

Aus dem an sich wenig gangbaren Öl wird Cuminsäure und in Verbindung damit Cymol, und zwar in nicht unbeträchtlichen Mengen, hergestellt. Dabei erhält man als Nebenprodukt auch das Cuminol. Früher diente das Öl mitunter medizinischen Zwecken, z. B. als Mittel gegen Magenkrampf. In der Liqueurfabrikation wird das römisch Kümmelöl zu Magenliqueuren benutzt.

Cuminsamen ist oft selten und teuer. Im Anfang der 80er Jahre kam derselbe fast ausschliesslich aus Malta, während die Mogadore-Ware fehlte. Seit ungefähr 1885 ist der ostindische Cumin, welcher in Bombay an den Markt gebracht wird und ferner der sehr ölreiche syrische Cumin in Aufnahme, da der malteser Cumin selten zur Darstellung von ätherischem Öl rentiert. Für Marokko, Malta und Syrien ist die indische

Konkurrenz, bei der Massenproduktion, welche die verschiedenen Umbelliferen in Indien erfahren, gefahrdrohend.

Die marokkanischen Plätze Tanger, Casablanca, Mogador, Mazagan, Saffi und Lavocho führten 1885 67 900 kg, Malta 30 200 kg Cuminsamen aus. Die Ausfuhr aus Indien betrug:

1884—85	5860 Cwts[1]	= 297 688 kg
1885—86	7861 „	= 399 339 „
1886—87	9051 „	= 459 791 „
1887—88	14110 „	= 716 788 „
1888—89	11117 „	= 564 744 „

1889 exportierte Malta 3177 Kantars = 186 789 kg.

Während früher Malta, Mogador, Bombay und Kalkutta den Markt mit Rohmaterial versorgten, sind seit Ende der 80er Jahre auch die persischen Häfen Bender-Buschehr und Bender-Abbas zu nennen, die Cumin unter den Exportartikeln aufgeführt haben.

Die bei der Destillation des Cuminöls verbleibenden Rückstände, die als Futtermittel Verwendung finden können, haben folgende Zusammensetzung.

	C. aus Damaskus.	C. aus Aleppo.	
Feuchtigkeit	6.0	5.6	Prozent.
Rohproteïn	16.4	14.3	„
Ätherextrakt	20.8	13.4	„
N freie E.	32.9	34.5	„
Rohfaser	9.8	10.9	„
Asche	14.1	21.3	„, davon 7.16 % Ca CO 3
Sand	1.6	4.4	„

Der Preis für den Centner beträgt 4 Mark.

Ajowan.

Die Früchte von Carum Ajowan *Benth.* = Ptychotis Ajowan *DC.* enthalten ein ätherisches Öl, welches seines Thymolreichtums in Ostindien, dem Mutterlande der Pflanze, schon lange in Gebrauch ist. Bei der Darstellung des Öles scheiden sich von selbst aus dem wässerigen Anteil des Destillates grosse Krystalle ab, welche zu Posnah und in andern grossen Städten des Dekans unter dem Namen Ajowan ka Phul (Ajwain kaphyl), d. h. sublimiertes Ajowan verkauft werden. Die Pflanze selbst ist in Ostindien ihrer aromatischen und medizinischen Eigen-

[1]) Cwt = Hundredweights = 50.8 kg.

schaften wegen sehr bekannt. Namentlich die Samenkörner enthalten das ätherische Öl.

Die Körner gleichen, auch in ihrem anatomischen Bau, (Taf. V Fig. 6) dem Kümmel, sind aber kleiner und riechen nach Thymianöl. Man destilliert sie wiederholt mit Wasser und erhält 5—6 % vom Gewicht des Samens an ätherischem Ol. Der Hauptdarstellungsplatz des Öles ist Oojein.

Das Ajowanöl ist hellbraun gefärbt und riecht angenehm aromatisch. Nach STOHMANN besteht es aus 30—40 % Thymol $C_{10}H_{14}O$, 30—40 % Thymen $C_{10}H_{16}$, 15—20 % Cymol $C_{10}H_{14}$ und geringen Mengen eines flüssigen Phenols (vielleicht Karvakrol).

Im ganzen gleicht das Ajowanöl sehr dem Thymianöl, ist aber wesentlich reicher an Thymol.

Die Verwendung des Ajowanöls zur Thymolgewinnung ist die einzige bekannte Benutzung desselben.

Die Rückstände bei der Gewinnung des Öles sind ausserordentlich reich an Fett, sie werden von den Tieren sehr gern angenommen, und es sollen mit ihnen vorzügliche Masterfolge erzielt worden sein. Ihre Zusammensetzung ist folgende:

Jahr der Untersuchung	In der ursprünglichen Substanz								
	Wasser	Roh-Protein	verdaulich %	Rein-Protein	Rohfett	N fr. E.	Rohfaser	Asche	Sand
1892	5.4	14.9	50.0	—	30.2	26.0	11.9	11.6	2.0
1892	3.9	16.6	58.0	—	32.4	25.3	11.8	10.0	—
1892	5.6	14.8	61.5	—	25.7	27.2	11.2	15.5	4.4

Koriander.

Coriandrum sativum *L.* (C. majus *Gouan.*, Koriander, grosser oder zahmer Koriander, Wanzensamen, Wanzendill, Schwindelkorn, Coriandre (franz.), Common Coriander [engl.]), die einzige Art der Gattung Coriandrum ist eine einjährige, 30—60 cm hohe Pflanze mit gefiederten Wurzelblättern, doppelt gefiederten Stengelblättern, 3—5 strahligen, flachen Dolden ohne Hülle, weissen Blüten und 3 blätterigen Hüllchen.

Bei Koriander, ebenso wie bei Fenchel, kann man einen der merkwürdigsten Fälle der Geitonogamie beobachten, d. h. eine Befruchtung, bei welcher die beiden sich kreuzenden Blüten unmittelbare Nachbarn sind und auf einem und demselben Stocke stehen. Wir finden stets zweierlei Blütenstände. Die zuerst aufblühendeu Dolden enthalten vorherrschend echte Zwitterblüten und diesen beigemengt vereinzelte Pollenblüten; die später aufblühenden Dolden umfassen dagegen ausschliesslich Pollenblüten. Die Zwitterblüten, welche zuerst an die Reihe kommen, sind vollkommen proterandrisch, d. h. der Pollen wird aus den geöffneten Antheren zu einer Zeit entlassen, wenn die Narben der Blüten gleicher Art noch nicht geeignet sind, mit Pollen belegt zu werden. Die von sehr kurzen Fäden getragenen Antheren werden eine nach der anderen in die Mitte der Blüte gestellt, springen dort auf und bieten ihren Pollen aus; Tags darauf fällt das betr. Pollenblatt ab. Nachdem alle fünf Pollenblätter abgefallen sind, sieht man die Narben belegungsfähig werden. Sie verharren in diesem Zustande ein paar Tage und sind während dieser Zeit auf die Kreuzung mit dem Pollen anderer Stöcke angewiesen. Nun kommen auch die Dolden, welche ausschliesslich Pollenblüten tragen, zur Geltung. Die Seitenstengel, welche von diesen Dolden abgeschlossen werden, sind mittlerweile in die Höhe gewachsen und haben dabei eine solche Richtung eingehalten, dass ihre Dolden über die belegungsfähigen Narben der Zwitterblüten zu stehen kommen und gewissermassen obere Stockwerke in dem Bauwerke des ganzen Blütenstandes bilden. Wenn nun die Antheren der im oberen Stockwerke stehenden Pollenblätter sich öffnen, und wenn daraufhin die Wände dieser Antheren schrumpfen, so wird der Pollen abgestossen und fällt, dem Gesetze der Schwere folgend, in winzigen krümeligen Klümpchen senkrecht nach abwärts. Die Narben der tiefer stehenden älteren Blüten kommen auf diese Weise in einen förmlichen Pollenregen, und man überzeugt sich leicht, dass die Mehrzahl dieser Narben auch wirklich mit dem herabfallenden Pollen belegt wird.

Der Koriander findet sich im ganzen gemässigten Asien, von China bis Cypern, auch im Mittelmeergebiet bei Marokko, wird in Deutschland (besonders in Thüringen und Franken); in Mähren (wo er auch verwildert beobachtet worden ist), in Frankreich, England, Indien etc. angebaut und ist jetzt bereits bis Paraguay verbreitet.

Die Früchte fallen von den Stielen leicht ab; sie werden deshalb häufig in noch nicht völlig ausgereiftem Zustande gesammelt. Ganz reife Dolden müssen, damit Verlusten vorgebeugt wird, rasch geklopft werden.

Die Spaltfrucht ist gelbbraun bis rötlich oder rötlich strohfarben, kugelig, 2—5 mm hoch, lang und breit, trägt auf der Spitze einen ungleich fünfzähnigen, krönchenförmigen Kelch und ein gerades, kegelförmiges Stempelpolster mit zwei Griffeln. 200 Stück der grösseren wiegen 2.272—3.32—3.845 g. Sie haben frisch einen unangenehmen wanzenartigen (daher der Name von Koris = Wanze), fast betäubenden (daher der Name Schwindelkorn), später angenehm aromatischen Geruch und Geschmack. Vor der Reife ist der auch am Kraute bemerkbare Geruch am stärksten. Tropische Früchte sind im allgemeinen grösser, als die bei uns gewonnenen. Die beiden Merikarpien hängen fest zusammen und lassen sich nur durch Gewalt trennen. Jedes derselben besitzt fünf wellenförmig geschlängelte, wenig vortretende, fadenförmige Hauptrippen und vier gerade, fadenförmige, etwas kräftiger vorstehende Nebenrippen, von denen zwei randständig sind, so dass die vollständige Frucht im ganzen 10 Nebenrippen besitzt, von denen zwei gegenüberliegende durch die Berührungsfläche halbiert werden. Auch die Trennungslinie der Früchtchen, d. h. der Rand der Berührungsfläche, verläuft schwach wellenförmig und ist durch die oben beschriebenen fünften Nebenrippen an der unverletzten Frucht nach aussen kenntlich. Die Thälchen sind striemenlos, nur auf der Kommissuralseite finden sich zwei grosse Ölstriemen, deren maximaler Querdurchmesser 0.2—0.4 mm beträgt. Im Innern erscheint die Spaltfrucht hohl infolge Eintrocknens eines Teils des Fruchtwandparenchyms; mitten durch geht der allein gut erhalten gebliebene Fruchtträger als fadenförmige, freie Centralsäule.

Das Fruchtwandgewebe ist mehrfach differenziert. Nach Harz ist der Bau folgender:

Die äussere und innere Epidermis besteht aus parenchymatischen Zellen; die der ersteren sind klein, etwa 0.023 mm im Durchmesser, ohne besondere Eigenschaften, die der letzteren sind in tangentialer Richtung tafelförmig verbreitert und dicht spiralnetzig oder ringförmig verdickt. Zwischen den beiden Epidermen liegen drei verschiedene Gewebearten (Taf III, Fig. 3). Zunächst unter der äusseren Oberhaut befindet sich eine aus

6—14 Reihen bestehende Schicht farbloser, dünnwandiger Parenchymzellen. Sie enthalten Chlorophyll-Überreste. Hin und wieder sind einzelne Elemente derselben sklerenchymatisch verdickt. Auf der inneren Seite führen sie die Gefässstränge der Hauptrippen. Nun folgt ein Sklerenchymring, der an der Trennungsstelle der Merikarpien etwas verdickt endigt (Taf. III, Fig. 2, 4 und 5) und auf der Kommissuralfläche fehlt. Er besteht aus 8—30 Reihen langgestreckter prosenchymatischer Sklerenchymzellen, welche zu Plättchen gruppiert sind (Taf. III, Fig. 6), die in verschiedenen Richtungen verlaufen; ihre Farbe ist hellgelb. Dieser Sklerenchymring erhebt sich an den Haupt- und Nebenrippen etwas nach aussen.

Die nächste Perikarpschicht besteht wiederum aus farblosen Parenchymzellen, deren äussere Reihen mit denen der ersterwähnten Schicht Ähnlichkeit haben, deren innere jedoch stark porös verdickt sind; auf sie folgt die bereits beschriebene innere Epidermis.

Die innerste parenchymatische Schicht des Perikarps erreicht an der Berührungsfläche der beiden Teilfrüchtchen eine bedeutende Mächtigkeit, im Centrum ist in ihr eingebettet der rundliche, fadenförmige Fruchtträger. Sie enthält ferner an der Kommissur je zwei Ölgänge, welche sonst vollständig fehlen. Zur Zeit der vollständigen Trockenreife schrumpft ein grosser Teil dieses Fruchtgewebes ein und lässt dann die Frucht im Innern hohl erscheinen.

Die Samenschale besteht aus braunen, kubischen Zellen in einer Lage, unter welchen unkenntlich komprimierte braune Zellen vorhanden sind.

Das Endosperm ist auf dem Längs- und Querschnitt halbmondförmig, gleich dem Embryo von gewöhnlicher Beschaffenheit; es enthält nach Pfeffer grosse und kleinere Proteïnkörner gleichzeitig in den meisten Zellen.

Die Korianderfrüchte enthalten nach Trommsdorff in 1000 Teilen:

4.7 ätherisches Öl
70.0 Elaïn
60.0 Stearin
40.0 Extraktivstoffe mit apfelsaurem Kali
75.0 N haltigen Schleim mit einem Kalksalz und einer Spur eisengrünenden Gerbstoff

97.3 Wasser
625.0 Pflanzenfaser.

Der Fettgehalt der Samen beträgt 13 %.

Nach König enthalten Koriandersamen:

Prozent: 11.4 Wasser
„ 10.9 Proteïn
„ 0.25 ätherisches Öl
„ 19.1 Rohfett
„ 0.1 Zucker
„ 22.9 sonstige N freie Extraktstoffe
„ 30.6 Holzfaser
„ 4.7 Asche.

Ich habe gefunden:

Prozent: 7.6 Wasser
„ 12.6 Proteïn
„ 14.2 Fett
„ 31.9 N freie Extraktstoffe
„ 27.9 Rohfaser
„ 5.8 Asche,

sie enthalten also viel weniger ätherisches Öl, als z. B. die Anis- und Kümmelsamen, sind auch stickstoffärmer und viel holzfaserreicher, als diese.

Man benutzt die Samen als Küchengewürz, zu Backwerk, in manchen Gegenden als Beigabe zu Butter oder Käse, zu Liqueuren, auch sind sie offizinell (fructus Coriandri), werden besonders als Zusatz zu abführenden Mitteln verwendet und dienen als Verdauung förderndes, Brustschleim lösendes, Blähung treibendes Heilmittel. Überzuckert und bunt gefärbt bilden sie eine Konditorware.

Das frische Kraut des Korianders soll betäubend wirken. Im Altertum wurde der Koriander zum Teil zu den Giftpflanzen gerechnet, doch benutzten ihn schon die Hebräer und Römer als Gewürz.

Aus den Früchten des Korianders gewinnt man ein flüchtiges Öl, das Korianderöl. Zur Darstellung desselben feuchtet man die Früchtchen mit Wasser an und lässt sie 12—16 Stunden liegen, ehe man zur Destillation schreitet, oder man zerquetscht, zerstösst oder vermahlt sie und bringt sie so mit Wasser in die Retorte.

Die mittlere Ausbeute an Öl von 100 kg beträgt bei Samen aus Thüringen 0.80 kg, Russland 0.90 kg, Holland 0.60 kg, Ostindien 0.15 kg, Italien 0.70 kg, Mogadore 0.60 kg.

Nach Mierzinski ist die Zerkleinerung der Früchte zu vermeiden, da hierbei die Ausbeute schlechter sein soll.

Das Korianderöl ist fast farblos, vom Geruch und Geschmack des Korianders, in grosser Verdünnung orangenartig riechend. Sein spez. Gewicht ist

bei 10° 0.872 15° 0.867 20° 0.864.

Das Sieden beginnt bei 150°; bis ca. 200° ist die Hauptmasse abdestilliert.

In Alkohol oder Eisessig, ebenso in Äther, löst sich das Öl leicht auf.

Das Korianderöl besteht aus Koriandrol $C_{10} H_{10} O$, welches isomer ist dem im Kampher enthaltenen Borneol. Es wird oft mit Pomeranzenschalenöl abgezogen, wodurch es einen besonders angenehmen Geruch erhält. Verwendet wird das Öl vorzugsweise in der Liqueurfabrikation, in der feineren Parfümerie, auch wohl in der Kuchenbäckerei.

Für Destillationszwecke ist der mährische Koriander der beste, weil dieser entschieden das feinste Öl liefert; am nächsten kommt demselben das Öl aus thüringischem Samen, während russischer Koriander ein wesentlich geringeres Produkt giebt. Die russische Ware ist zwar sehr gehaltreich, Parfüm und Aroma sind jedoch weniger fein.

Bei einer normalen Ernte deckt Thüringen den gesamten Bedarf.

Die grosskörnigen holländischen, indischen und italienischen Sorten eignen sich wenig zur Destillation, französische Ware kommt der hohen Fracht wegen nicht in Betracht.

Von Russland kamen über Libau 1889

4871 Pud = ca. 79 000 kg zur Verschiffung und zwar gingen davon
3660 Pud nach Deutschland
1211 „ „ England

Was die Grösse der Produktion anbelangt, so behauptet Indien den ersten Rang. Diese Sorte ist sehr gross von Korn, aber von minimalem Ölgehalt und somit zur Destillation wenig brauchbar.

Die Verschiffungen von indischem Koriander betrugen nach dem offiziellen Angaben des „Statement of the Trade of British India“

1884—85	37 142	Cwts	im	Werte	von	156 510	Rupies
85—86	28 328	„	„	„	„	96 610	„
86—87	31 405	„	„	„	„	114 450	„
87—88	32 056	„	„	„	„	188 630	„
88—89	38 488	„	„	„	„	238 080	„

1886 erschien Marokko auf dem Weltmarkt, trotzdem dass ein Bedürfnis zu weiterer Ausdehnung der Produktion keineswegs vorlag. Marokkanische Koriander hat nur ca. 0.25 % Öl, eignet sich demnach nicht zur Destillation. 1890 exportierte der marokkanische Hafen von Casablanca Koriander im Werte von 163 220 Mk.

Die bei der Destillation der Samen gewonnenen Rückstände können als Futtermittel Verwendung finden. Sie enthalten:

(Siehe Tabelle S. 274.)

Dill.

Anethum graveolens *L.* (Selinum Anethum *Rth.*, Anethum minus *Gouan.*, Pastinaca Anethum *Spreng.*, Pastinaca graveolens *Bernh.*), Dill, gemeiner Dill, Dollen-, Hexen-, Teufels-Dillsamen, Teufelskraut, Dill (engl.), Aneth odorant, Fenouil puant, Aneth (franz.) ist ein Sommergewächs von 0.6—1.25 m Höhe, hat dreifach gefiederte und vielteilige Blätter mit sehr feinen linealfädlichen Blattzipfeln, hüllenlose Dolden und Döldchen, verwischten Kelchrand, rundliche eingerollte Blumenblätter mit abgestutzten Spitzen von dottergelber Farbe und eine vom Rücken her linsenförmig zusammengedrückte Frucht, die von einem verbreiterten flachen Rand umgeben ist.

Die Pflanze blüht im Juli und August, reift im September, kommt wild in Fruchtäckern im Littorale und in Krain vor und wird häufig in Gemüsegärten kultiviert, von wo aus sie bisweilen verwildert. Die Blüten- oder Samendolden, auch das junge Kraut, gebraucht man wegen des kräftigen Geschmacks und Geruchs beim Einmachen der Gurken und des Sauerkrauts.

Die Spaltfrucht ist oval, rötlich gelb bis bräunlich, 4—4.8 mm hoch, 3 mm breit und 1—1.5 mm dick, von scharfem, fenchelartigem, etwas beissendem Geschmack, kurz vor der Reife von wanzenartigem, später von kümmel- und fenchelähnlichem Geruch. Die drei Rückenrippen sind fadenförmig, dünn, gekielt, von gleicher Stärke, strohgelb, die Randrippen sind lichtgelb oder braun und gehen in 1 cm breite, häutige, braune Flügelränder über. Der Fruchtträger ist bis zur Basis geteilt, die Früchte zerfallen leicht in ihre Teilfrüchtchen (Taf. III Fig. 9).

No.	Bemerkungen	Jahr der Untersuchung	In der ursprünglichen Substanz								
			Wasser	Proteïn	Verdaulich %	Rein-Proteïn	Fett	N freie E.	Rohfaser	Asche	Sand
			a) im wässerigen Zustande.								
1		1877	37.10	11.60	—	–	11.30	21.13	13.92	4.95	—
			b) im lufttrockenen Zustande.								
2		1881	9.66	11.25	—	—	19.84	30.87	20.83	7.55	—
3		1883	8.3	16.6	—	—	16.2	31.2	15.0	12.7	—
4		1888	7.9	14.0	85.4	13.1	18.2	27,7	26.5	5.7	—
5		1888	9.4	14.2	82.4 } 83.1 }	13.0	17.9	28.2	22.5	7.8	1.7
6		1890	7.7	15.5	—	14.8	16.5	23.8	26.4	10.1	—
7	Koriander von Thüringen	1891	5.8	12.2	—	—	16.3	32 8	26.1	6.8	0.4
8	„ „ Russland	1891	5.5	15.8	—	—	16.3	30.6	19.7	12.1	4.4
9	„ „ Marokko	1892	6.4	14.8	77.6	—	20.2	28.3	22.6	7.7	1.4

Das ganze Fruchtgewebe des Dillsamens ist parenchymatisch, tangential zusammengedrückt. Das Perikarpialgewebe enthält keine Sklerenchymzellen, die innere Epidermis wird aus verlängerten, quer verlaufenden Parenchymzellen gebildet. Die Ölstriemen, die einzeln in den Thälchen liegen, sind so lang, als die Frucht, ihre Breite beträgt etwa $^1/_4$—$^1/_8$ des Thalraumes. Die äusseren Ölstriemen sind bis 0.185 mm breit. Zwei Ölgänge finden sich auf der Berührungsfläche.

Die Dillsamen finden in der Arzneikunde zur Beförderung der Milchabsonderung, bei Unthätigkeit der Verdauungswerkzeuge, bei Blähungsbeschwerden bisweilen Anwendung.

Bei der Destillation mit Wasser liefern die Früchte das flüchtige Dillöl. Man feuchtet die Samen, mitunter auch das ganze Kraut mit Wasser an, lässt es längere Zeit liegen und bringt es dann zur Destillation.

Die mittlere Ausbeute an Öl von 100 kg beträgt bei Dillsamen aus Deutschland 3.8 kg, aus Russland 4.0 kg.

Das Dillöl ist blassgelb, nach langer Aufbewahrung rötlichbraun. Es hat einen eigentümlichen, durchdringenden Dillgeruch und einen erst erwärmend süsslichen, später brennend scharfen Geschmack. Sein spez. Gewicht ist bei

10°	15°	20°
0.905	0.900	0.896

(nach Bornemann 0.881—0.911, gewöhnlich 0.8922 bei 15.5°).

Es löst sich in 10 Teilen absoluten Alkohol, ebenso in Äther. Auch in 1500 Teilen Wasser ist es löslich, welche Lösung Dillwasser genannt wird.

Der Hauptbestandteil des Dillöls (60 %) ist Limonen, ein bei 170—175° siedendes Terpen, während sicher noch Carvol (30 %) und vielleicht ein zweites Terpen (10 %), das bei 155 bis 160° siedet, vorhanden sind.

Das Carvol des Dillöls besitzt ein spez. Gewicht von 0.959 bei 20° und stimmt optisch und chemisch überein mit dem des Kümmels.

Das Dillöl wird innerlich zu medizinischen Zwecken, äusserlich als Dillwasser im Gemisch mit Rosenwasser zur Schönerhaltung der Gesichtsfarbe verwendet. Im Gemisch mit anderen ätherischen Ölen giebt Dillöl auch ein gutes Seifenparfüm.

Der in Bengalen einheimische Sowadill (Anethum Sowa) ist dem vorigen sehr ähnlich, nur sind die Früchte flacher, länglich oval, fast ungerandet und die 5—6 strahligen Dolden etwas gewölbter. Die Früchte dienen in Ostindien als Arzneimittel und Gewürz. Die mittlere Ausbeute an Öl von 100 kg ostindischen Samens beträgt 2.0 kg.

Während deutsches Dillöl aus Limonen und Carvol besteht und im Durchschnitt ein spez. Gewicht von 0.910 besitzt, sondert sich beim Destillieren des indischen Samens auffallender Weise ein Bestandteil ab, der schwerer als Wasser ist. Das spez. Gewicht des indischen Öles beträgt 0.970, die optische Drehung + 41° 30′.

Dillsamen ist im grossen und ganzen ein seltener Handelsartikel und bleibt manchmal so knapp, dass der Nachfrage nach echtem deutschen Dillöl kaum genügt werden kann. Die Firma Schimmel u. Co. verwendet zum Teil russischen Dillsamen, der seit 1886 in grösseren Quantitäten auf den Markt kommt und ein Fabrikat liefert, welches dem aus deutschen Samen erzeugten qualitativ ebenbürtig und dabei billiger ist. Bei der Seltenheit des deutschen Dillsamens muss bisweilen auch die von Indien importierte Abart zur Destillation herangezogen werden, doch vermag dieselbe nur sehr mangelhaften Ersatz zu bieten, da das Aroma ein ganz anderes ist. Geruch und Geschmack ist in hohem Grade unangenehm, ebenso haftet dem indischen Dillöl ein erdiger unangenehmer Geruch an.

Die chemische Zusammensetzung abdestillierter Dill-Samen ist folgende:

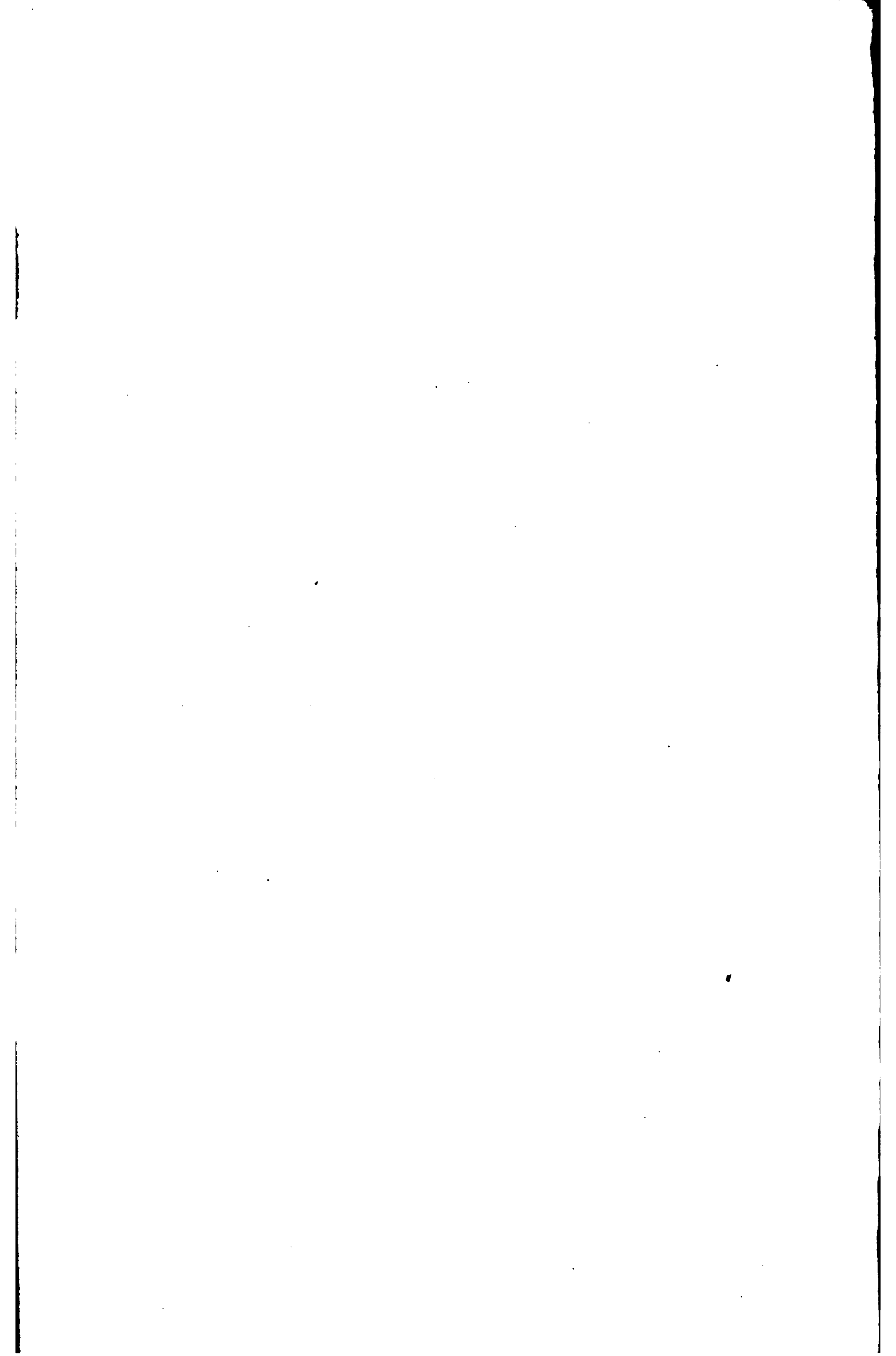
Abstammung	Jahr der Untersuchung	Wasser	Proteïn	Fett	Nfreie E.	Rohf	Asche
1. Thüringen	1892	8.0	15.6	15.5	34.7	16.4	9.8
2. Bayern	1892	7.9	15.1	18.0	35.8	14.7	8.5
3. Ostindien	1892	7.4	14.5	17.0	36.1	16.2	8.8.

Von den Nhaltigen Bestandteilen waren nach Behandlung mit Pepsin und Pankreas löslich bei

1. 79.9 %, bei 2. 83.7 %, bei 3. 68.7%.

Literatur.

1. Berichte der Firma Schimmel u. Co. 1878—1892.
2. Bornemann, die flüchtigen Öle des Pflanzenreichs. 1891.
3. Dietrich und König, Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel. 1891.
4. Emmerling, ätherische Öle (Handwörterbuch der Chemie).
5. Hanausbck, die Nahrungs- und Genussmittel aus dem Pflanzenreich. 1884.
6. Harz, Landwirtschaftliche Samenkunde. 1885.
7. Kerner von Marilaun, Pflanzenleben. 1891.
8. Kirchner, die Krankheiten und Beschädigungen unserer Kulturpflanzen. 1890.
9. Leunis, Synopsis der Pflanzenkunde. 1885.
10. Möller, das Pulver der Umbelliferenfrüchte. Pharmaceutische Post. 1892.
11. Muspratt, technische Chemie. IV. Aufl. 1888.
12. Nobbe, Handbuch der Samenkunde. 1876.
13. — , in Dammers Lexikon der Verfälschungen. 1887.
14. Pott, die landwirtschaftlichen Futtermittel. 1889.
15. Werner, Handbuch des Futterbaues. 1889.
16. Wiesner, die Rohstoffe des Pflanzenreichs. 1873.
17. Tschirch, Angewandte Pflanzenanatomic. 1889.



Untersuchungen über die Futtermittel des Handels,

veranlasst 1890 auf Grund der Beschlüsse
in Bernburg und Bremen
durch den
Verband landwirtschaftl. Versuchs-Stationen im Deutschen Reiche.

V. Über Baumwollsaatmehl und Baumwollsamenkuchen.

Referent: Dr. GEBEK,
I. Assistent der Versuchs-Station Bonn.

I. Allgemeines über Baumwollsamen.

Die Baumwollpflanze, Gossypium, englisch Cotton, ist ein tropisches oder subtropisches Gewächs, welches ursprünglich der neuen Welt allein angehörte. Zur Zeit wird dieselbe behufs Gewinnung der Baumwolle in fast allen warmen Ländern der ganzen Erde angebaut, und ihre Kultur reicht vom Äquator auf der nördlichen Halbkugel bis zum 40. und auf der südlichen bis zum 30. Breitengrade. Indien, Ägypten, Kleinasien, Cypern, Italien, Algier, Cayenne, Surinam, Martinique, Guadeloupe, Nord-Central- und Süd-Amerika liefern jährlich die Baumwolle in ungeheuren Mengen. Die Gattung Gassypium umfasst sehr viele Arten, welche je nach den Gegenden baum-, strauch- und krautartig wachsen. Ihre Frucht ist eine 3—5 klappige Kapsel, in deren Innerem an der zentralen Placenta sich mehr oder weniger zahlreiche, schwach nieren- oder eiförmige Samen von 6—9 mm Länge und 4—5 mm Breite befinden. Ihre Samenschale ist derb und spröde und mit kurzen, ein bis wenigen Millimeter langen Haaren, der sogenannten Grundwolle, besetzt. Dieselbe ist überall gleichmässig an der Oberfläche verteilt, oder bildet nur an der Spitze und an der Basis einen dichten lockeren Filz.

Neben dieser Grundwolle bedecken noch die eigentlichen, in der Regel sehr dichten Baumwollenhaare von 2.5—4.1 cm Länge die ganzen Samen. Die Farbe der Grundwolle wie der Baumwollenhaare ist weiss oder gelb, zuweilen auch grünlich.

An einer Seite der Samenschale läuft der Länge nach eine scharf hervortretende, gegen das breite Ende kantig hervorspringende Naht.

Die Mikropyle liegt am spitzen Ende und ist fast immer von Grundwolle bedeckt. Die 0.3—0.4 mm breite äusserlich braune Samenschale besteht aus 5 Gewebsschichten, deren genauere Beschreibung, weil sie zur Erkennung des Baumwollensamens in den Pressrückständen dienen, in einem späteren Kapitel folgt. Der Embryo lässt ein dickes, langes Würzelchen und 2 vielfach gestaltete Keimblätter erkennen. Letztere bestehen aus zartem Parenchym, das sich aus polyedrischen, verschieden grossen, häufig 0.045 mm im Durchmesser haltenden Zellen zusammensetzt. Im Inhalt derselben erscheinen zahllose Fetttröpfchen und viele 0.0045—0.0065 breite Aleuronkörner. In der äusseren Partie des Würzelchens erscheint ein grosser Kreis von Harzdrüsen, welche im Querschnitt der Cotyledonen als einfache Reihe auftreten. Die Harzdrüsen sind kugelig, blau oder grünlich schwarz und 0.144 mm im Durchmesser gross und für das blosse Auge als braune Punkte erkennbar; besonders deutlich aber werden sie durch Betupfen mit konzentrierter Schwefelsäure, wobei sie eine trübblutrote Farbe annehmen. Die Wandringe der Harzdrüsenzellen bestehen aus einer in Wasser leicht löslichen Substanz, da bei Zutritt desselben ein Auseinanderfliessen der Zellen unter dem Mikroskop deutlich zu erkennen ist.

Die Kultur der Baumwollpflanze geschah noch vor Kurzem nur der Baumwolle wegen, und der Samen galt als ein lästiges wertloses Abfallsprodukt, dessen man sich auf leichte Weise zu entledigen suchte. Heute sind die Baumwollensamen ein sehr wertvoller Rohstoff geworden, die für den Ertrag der Gesamternte eine grosse Rolle spielen; sie betragen dem Gewichte nach das doppelte von den Baumwollenfasern. Wegen des in ihnen enthaltenen Öles trat der Gedanke auf, sie zur Ölgewinnung heranzuziehen, und die nach Entfernung des Öles zurückbleibenden Stoffe als Viehfutter zu verwenden.

Der chemischen Zusammensetzung nach enthalten im Durchschnitt von mehreren Untersuchungen [1]).

---

[1]) Dietrich und König „Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel". 1891. Band I. S. 578.

Die nicht enthülsten Samen:

Wasser	Stickstoffhaltige Substanzen	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
9.76	19.56	19.91	22.45	23.46	4.86
Die enthülsten:					
7.35	29.14	24.33	26.33	4.68	7.99

Verfälschungen der Baumwollsaat sind bisher nicht beobachtet worden, und Verunreinigungen derselben durch Unkrautsamen, wie sie so häufig bei Lein- und Rapssaat etc. vorkommen, sind bei der Art der Ernte durch Abpflücken der Fruchtschale mit der Hand und Entfernung der Saat aus der Baumwolle mit Maschinen, absolut ausgeschlossen.

2. Beschreibung der Fabrikationsmethoden.

Für die Gewinnung des Öles aus den Baumwollsamen, bei welcher die Baumwollsaatkuchen als Nebenprodukt gewonnen werden, kommt nur die nord-amerikanische und ägyptische Ernte in Betracht. Die Methode ist eine ziemlich einfache, aber bei beiden verschieden. Bei den nordamerikanischen Baumvollsamen wird zunächst die Wolle von den Farmern so weit als möglich durch Ausziehen (chinnen) entfernt, und darauf die holzige Schale mit den noch anhaftenden Wollteilen durch Schälmaschinen beseitigt. Die rauhe holzige Schale findet als Feuerungsmaterial oder zur Papierfabrikation Verwendung. Die so gereinigten Kerne werden in einem Walzwerke zu Mehl zerkleinert und dieses nach Erwärmung auf 96—100° C. durch hydraulische Pressen entölt. Das hierbei gewonnene Öl beträgt ca. 20 % der ursprünglichen Substanz, ist bräunlich, schmutzig gelb, dickflüssig, und von unangenehmem Geruch und findet in diesem rohen Zustande nur sehr beschränkte Verwendung als Maschinenöl. Nach dem Raffinieren und Bleichen, wodurch die gelösten Eiweissstoffe und Harze entfernt werden, nimmt es eine strohgelbe Farbe an, hat das spez. Gewicht 0,926 und wird genussfähig. Zur Seifenfabrikation, als Brenn- und Speiseöl, insbesondere aber zur Verfälschung von Olivenöl und Butter findet es in neuester Zeit grössere Anwendung. Der zurückbleibende Presskuchen ist ca. 15 mm dick und bis 4 kg schwer, äusserst schwer zerbrechlich und wird in Amerika an Ort und Stelle unter grossen Steinen oder in Deutschland in Dampfmühlen oder Ölkuchenbrechern zu einem feinen Pulver zermahlen. Das

so hergestellte Mehl kann jedoch noch nicht verfüttert werden, denn es enthält grössere oder geringere Quantitäten von Holzteilen, Eisenstücken, Schalenresten, Bindfäden und Baumwollfasern. Diese Verunreinigungen sind wohl teils auf die unvollkommene Schälung der Samen durch Maschinen und die geringe Sorgfalt bei der Fabrikation zurückzuführen, teils mögen auch durch unreelle Mühlen die Schalen mit den anhaftenden Fasern dem Mehl später zugesetzt sein. Die Reinigung von diesen Beimengungen erfolgt in Amerika und in Europa, namentlich in Deutschland. Die in Amerika für sofortigen Gebrauch gereinigten Pressrückstände werden in neue Baumwollsäckchen zu 90 Pfd. verpackt und unter dem Namen „Amerikanisches Baumwollsaatmehl oder -Kuchen" nach anderen Ländern exportiert. Sie zeigen immer noch grosse Beimengungen von Baumwollfasern und anderen Verunreinigungen, wie Eisenteilen, und die Klage über das amerikanische Produkt ist häufig. Bessere importierte Sorten enthalten durchschnittlich noch immer 2—3 % Baumwollfasern, andere 8—10 % und sogar 20 %.

Dagegen hat in Deutschland die Entfernung der fremden Bestandteile in einigen grösseren Fabriken einen Grad von Vollkommenheit erreicht, wie er technisch überhaupt nur möglich ist. Die Eisenstückchen werden sämtlich durch Magnete entfernt und die Baumwollfasern nebst den übrigen Beimengungen durch hierzu besonders eingerichtete Maschinen, Ventilatoren, über einander angeordnete Schüttelsiebe fast völlig beseitigt.

Als Endprodukt kommt dann in den Handel das sogenannte „Deutsche Baumwollsaatmehl", welches von Jahr zu Jahr einer grösseren Nachfrage begegnet, während die Verwendung des amerikanischen Produktes in Deutschsland stetig abnimmt. Mit Recht kann daher das „Deutsche Baumwollsaatmehl" als faserfrei, zum mindesten aber als entfasert bezeichnet werden. Die Kosten der Veredelung des Baumwollsaatmehles werden reichlich aufgewogen durch den höheren Gehalt an Proteïn und Fett im Gegensatz zum Rohmaterial. Ausgeschlossen ist allerdings nicht, dass beim Vermahlen der Kuchen auch die vorhandenen Fasern und Haare absichtlich zu Atomen zerkleinert werden und so in das Mehl gelangen, doch geschieht dies bei den bekannten reellen Firmen nicht. Eine mir vorliegende amtliche Bescheinigung einer grösseren norddeutschen

Fabrik bestätigt, dass von derselben im Jahre 1899 370 Ctr. und 1890 1000 Ctr. Haar und Faserabfälle hauptsächlich zum Zwecke der Düngung verkauft wurden.

Im Gegensatz zu den amerikanischen Baumwollsamen lässt sich die ägyptische Saat von ihrer Wolle sehr leicht befreien und braucht hierzu nicht erst geschält zu werden. Die ganze ägyptische Ernte wird nach England importiert, in den Fabriken von London, Lynn, Liverpool ihrer Wolle befreit, samt den Schalen zerkleinert, und hieraus wie in Amerika das Öl gepresst. Dasselbe hat die Eigenschaften und Beschaffenheit wie das amerikanische. Die Pressrückstände aber kommen als schalenhaltige Kuchen resp. Mehle in den Handel, sind wegen des grossen Gehaltes an wertlosen Schalen billiger, aber auch um die Hälfte ärmer an Fett und Proteïn, als das geschälte und entfaserte amerikanische Produkt.

In Deutschland sind die aus ägyptischer Baumwollsaat hergestellten Euttermittel nicht beliebt und haben daher auch wenig Eingang gefunden. In England dagegen werden sie in grossen Quantitäten als Mastfutter und auch bei Milchkühen verwendet.

3. Beschreibung der Baumwollsaatmehle bezw. Kuchen, nach der makroskopischen und mikroskopischen Seite und der chemischen Zusammensetzung.

Das Baumwollsaatmehl resp. Kuchen ist wegen seines hohen Proteïn- und Fettgehaltes eins der wichtigsten Kraftfuttermittel und in einigen Gegenden Deutschlands wie am Rhein und im Norden das am häufigsten angewandte. Welch grosse Verbreitung dasselbe in Deutschland gefunden hat, beweist der Verbrauch im Jahre 1890/91, wo er allerdings wegen der geringen einheimischen Ernte ein wenig grösser war, als sonst.

Darnach wurden aus Amerika allein bereits mehr als 100 000 Doppelcentner im Werte von 12 000 000 Mk. importiert.

Die Pressrückstände aus den geschälten amerikanischen Samen haben, wenn sie von guter Qualität sind, eine lebhaft gelbe Farbe. Eine dunklere braune Färbung deutet darauf hin, dass die Samen zu heiss gepresst oder zu alt sind, vielleicht auch in feuchten Lagerräumen eine Selbsterhitzung durchgemacht

haben. Die von ungeschälten ägyptischen Samen herstammenden Kuchen sind von gelber Farbe, mit zahlreichen dunklen Schalenteilchen durchsetzt und im frischen Zustande mit einem Stich ins Grüne.

Alle Kuchen, resp. Mehle haben ferner im unverdorbenen Zustande einen angenehmen, nicht sauren noch dumpfigen Geruch und einen nussartigen, süssen, öligen Geschmack. Sie sollen ferner ganz lufttrocken und die Kuchen hart und dichtgefügt seien. Wegen der geringen Löslichkeit des Proteïns im Wasser sind sie der Verderbnis in geringerem Masse ausgesetzt, als alle anderen Futtermittel. Die chemischen Analysen der Baumwollsaatmehle, resp. Kuchen ergeben, wie dies schon die Zusammensetzung der Baumwollsamen erwarten lässt, einen sehr hohen Gehalt an Fett und Proteïn.

Es sind natürlich hierbei wiederum die Rückstände des amerikanischen Baumwollsamens von dem ägyptischen zu trennen.

Nach einer grossen Anzahl von Untersuchungen[1]) enthalten die Baumwollsamenkuchen aus ungeschälten Samen verschiedener Spezies:

	Wasser	Stickstoffhalt. Substanzen	Rohfett	Stickstofffr. Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
Minimum	7.55	13.70	3.46	24.20	5.29	5.03
Maximum	14.50	33.69	9.02	56.78	25.59	42.51
Mittel	11.86	24.25	5.82	30.74	20.95	6.38
Die Baumwollsamenkuchen aus geschälten Samen:						
Minimum	6.52	34.71	7.14	13.15	2.14	4.15
Maximum	15.60	50.80	21.05	28.71	9.80	10.08
Mittel	8.76	44.24	13.82	19.62	6.27	7.29
Die Baumwollsaatmehle aus geschälten Samen:						
Minimum	6.62	38.0	8.40	9·43	2.00	3.58
Maximum	11.70	51.54	20.66	24.91	13.83	10.40
Mittel	8.81	43.09	18.58	21.08	5.38	7.06

Nach Analysen von Siewert[2]) enthalten die Samenschalen durchschnittlich:

Wasser	Stickstoffh. Subst.	Rohfett, N freie Extraktst.	Rohfaser	Asche
13.30	3.89	35.51	44.6	2.70

[1]) Dietrich u. König: „Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel“.

[2]) Landw. Versuchs-Stationen 1884, 160.

In der Asche der enthülsten Samen fand Gardner:[1])

Kali	Kalk	Magnesia	Eisenoxyd	Phosphorsäure	Schwefelsäure
39.5	3.75	13.5	1.53	39.45	0.93

Kohlensäure	lösliche Kieselsäure	unlösliche Bestandteile
0.362	3.25	17.76

Bemerkenswert ist danach der hohe Gehalt von Kali und Phosphorsäure, den beiden wertvollsten Aschenbestandteilen.

Gössmann[2]) führte 3 Analysen von der Asche der Samenschale aus, deren Bestandteile im Mittel enthielten:

Feuchtigkeit	Kali	Phosphorsäure	Magnesia	Kalk	Unlösliches
7.70	23.72	10.02	14.81	11.96	7.59

Die angeführten Zahlen sind Durchschnittszahlen aus einer Reihe von Untersuchungen. Für jeden besonderen Fall kann der Gehalt noch beträchtlich schwanken, je nach der Herkunft des Baumwollsaatrückstandes und der Art der Ölgewinnung; Witterungsverhältnisse spielen natürlich hierbei auch eine Rolle. Die mikroskopische Diagnostik der Baumwollsamenrückstände unterliegt keiner Schwierigkeit, sie beruht fast ausnahmslos auf dem eigentümlichen anatomischen Bau der Samenschalen, von der stets Spuren vorhanden sind. Die Samenschale besteht aus fünf Schichten: 1. Epidermis, 2. Erste Farbstoffschicht, 3. Farblose Schicht, 4. Prismenschicht, 5. Zweite Farbstoffschicht. Die Epidermis der Samenschale wird von ziemlich grossen, dickwandigen, radial gestreckten, mit schwarzbraunem Inhalt versehenen Zellen gebildet, von denen zahlreiche zu Haaren ausgewachsen sind. Unter der epidermalen Schicht liegt ein aus 2—8, oft mehr Zelllagen bestehendes Gewebe, das aus zartwandigen und zusammengepressten Zellen besteht und völlig mit einem braunen Farbstoffe durchtränkt ist. Durch die Farbstoffschicht ziehen sich auch die von Spiralfasern begleiteten Gefässbündel hindurch. Es folgt die farblose Schicht aus 1—2-reihigen, polyedrischen Zellen bestehend. Die Zellwände sind stark verholzt und farblos und schliessen hin und wieder einen farblosen Inhalt ein, der sich als Plasmarest kennzeichnet. Als vierte und mächtigste Abteilung ist die Prismenschicht, auch Pallisadenschicht, zu nennen, welche beim Baumwollsamen besonders charakteristisch ausgebildet ist. Sie besteht aus enorm langen, in radialer Richtung aus gestreckten, in tangentialer

[1]) Biederm. Centralbl. f. Ag.-Ch. 1872, 156.
[2]) Biederm. Centralbl. f. Ag.-Ch. 1888, 355.

aus polygonalen Zellen. Im Samen des äussersten Drittels derselben ist ein körniger, gelbbräunlicher Inhalt abgelagert, während der übrige Teil nahezu vollständig verdickt ist und verschiedene Streifen- und Schichtensysteme zeigt. Diese Bildung führt leicht zu der Auffassung, dass diese Schicht aus 2 Zellenreihen besteht.

Die fünfte Schicht der Samenschale ist im allgemeinen nicht wesentlich verschieden von der Farbstoffschicht des ersten Integuments, nur dass sie um das doppelte und dreifache mächtiger ist, als diese. Die Zellen sind unregelmässig, besitzen auffallend dicke, fast sklerosierte, farblose Wände und einen homogenen braunen Inhalt.

Von einer genauen Beschreibung der einzelnen Schichten der Samenschale glaubte ich bei dieser Arbeit absehen zu sollen und verweise auf eine ausführliche Abhandlung mit vorzüglichen Abbildungen von Bretfeld.[1])

Die Vorbereitung für die mikroskopische Untersuchung geschieht im hiesigen Laboratorium auf folgende Weise: Die zu untersuchende Substanz wird mit Königswasser bis zum Sieden erhitzt, auf einem Gaze-Filter mit Wasser ausgewaschen und ausgepresst. Der Rückstand wird mit stark verdünnter Natron- oder Kalilauge (c. 150 Wasser und 2 ccm 33 $^0/_0$ Lauge) einige Sekunden gekocht, auf demselben Gazefilter ausgewaschen und in einer Mischung von Glycerin und Eisessig (1 Raumteil Glycerin, 1 Teil Eisessig und 1 Teil Wasser) aufgeschlemmt, und eine Probe hiervon auf einem grösseren Objektträger ausgebreitet mikroskopisch untersucht.

Die entstehenden Bilder sind völlig klar und würden alle fremden Bestandteile pflanzlichen Ursprunges, insbesondere fremde Samenschalen mit grosser Sicherheit erkennen lassen.

4. Fettbestimmung in den Baumwollsaatmehlen resp. Kuchen.

Die Fettbestimmung der einzelnen Futtermittel geschieht nach einer Vereinbarung der landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen derartig, dass die betreffende Substanz vorher getrocknet und mit wasserfreiem Äther extrahiert wird. Bei meinen Versuchen, welche den Zweck hatten, für die Extraktion des Fettes das bisher vorgeschriebene Vortrocknen der Substanz zu ver-

[1]) Journal für Landwirtschaft 1887, S. 29.

meiden, habe ich mich besonders mit dem Baumwollsaatmehl beschäftigt. Nach der bisherigen Vorschrift resultierte ein stark rotbraun gefärbter, trüber Ätherextrakt, der neben Fett auch das im Anfang erwähnte Harz zum grossen Teil gelöst enthielt. Mir gelang es, ohne Anwendung eines wasserfreien Äthers und ohne Vortrocknen der Substanz einen farblosen, klaren Ätherextrakt zu erhalten. Beim Stehenlassen schied sich der grösste Teil des Extraktes, Baumwollstearin, nach ein paar Tagen in konzentrisch gruppierten Krystallen farblos aus, während ein geringerer, schwach braun, hellgefärbter Teil flüssig blieb. Die Menge meines erhaltenen Extraktes betrug im Durchschnitt 5—6 % weniger von dem Extrakte, der nach der bisherigen Methode erhalten wurde. Sobald die von mir gemachten Untersuchungen abgeschlossen sind, behalte ich mir vor, einen grösseren, ausführlichen Bericht zu veröffentlichen.

Die Jodzahlen waren bei den Ätherextrakten der verschiedenen Baumwollsaatmehle nie konstant, sondern variierten bei den einzelnen Sorten ganz erheblich. O. Reitmair hat diese Beobachtungen in einer grossen Anzahl von hier ausgeführten Untersuchungen gemacht; ich fand dies bestätigt, konnte aber konstatieren, dass, je reiner der Extrakt war, desto höher die Jodzahl wurde.

So fand ich von einem Baumwollsaatmehl für den mit gewöhnlichem Äther aus der lufttrockenen Substanz gewonnenen Extrakt die Jodzahl 96.5, für den nach der bestehenden Vorschrift und für den nach meinen Versuchen erhaltenen Extrakt die Jodzahl 100.8 bezw. 102.2. Das reine Fett des Baumwollsamen besteht fast ausschliesslich aus Palmitin, Linolin, Olein und ist grösstenteils neutral.

5. Besondere Bestandteile der Baumwollsaatmehle.

Die bereits früher erwähnten Harzdrüsen enthalten einen stark braun gefärbten Körper, welcher bei der Fettbestimmung in den Ätherextrakt übergeht und in dem nach dem Pressen gewonnenen Rohöl sich befindet. Aus letzterem wird es nach Semler[1]) auf folgende Weise erhalten:

Das aus der Presse tretende rohe Öl wird in einen eisernen Bottich geleitet, in dem allmählich und gleichmässig verteilt

---

[1]) Zeitschrift des allgemeinen österr. Apotheker-Vereins, III.

kaustische Sodalösung hinzugefügt wird. Lauge und Öl, welche beide kalt sind, vermischen sich; das Öl selbst scheidet bei diesem Vorgange schwarze, seifige Flocken ab, was in einer teilweisen Verseifung des Öles seinen Grund hat. Das Verfahren wird eine halbe Stunde lang fortgesetzt. Ist dann in einer Probe der Flüssigkeit, welche ruhig an einem Orte stehen gelassen wird, das Öl fast farblos, und sind die erwähnten Flocken niedergeschlagen, so ist die Reaktion beendet, andernfalls muss bis zu diesem Zeitpunkte dem Gemisch noch mehr Lauge zugesetzt werden. Nachdem das fast farblose Öl abgezogen ist, werden die Rückstände abermals, aber mit starker Sodalauge behandelt, wobei auch der harzige Körper in Lösung geht und durch eine weitere, hier nicht näher zu erwähnende Behandlung gewonnen wird. Unter dem Namen Gossypin findet er als Farbstoff in der Industrie Verwendung. Er bildet getrocknet ein braunes, stechend riechendes Pulver, das in Wasser und Säuren unlöslich, in Alkalien und Alkohol leicht löslich ist. Seine Farbe ist wenig haltbar.

Ich selbst habe ihn auf folgende Weise isoliert. Die Rückstände der Fettextraktion nach meinem Verfahren wurden mit kochendem 95 % Alkohol ausgezogen, filtriert, und das Filtrat zum Trocknen eingedampft. Durch wasserfreien Äther wurde dem Trockenrückstande der Farbstoff entzogen. Auf eine nähere Untersuchung desselben bin ich nicht eingegangen. Gleichzeitig wurden in der alkoholischen Lösung und in dem Rückstande nach der Extraktion des Gossypins mit Äther ein Körper erhalten, der noch braun gefärbt war, süss schmeckte und wahrscheinlich die von Ritthausen[1]) im Baumwollsamen gefundene Melitose und unter anderem Namen bekannte Raffinose war. Diese Zuckerart gehört zur Gruppe der Rohrzucker. Ritthausen stellte sie gleichfalls aus dem Baumwollsaatmehl in grösserer Menge durch Extrahieren derselben mit 85 % Alkohol dar. Es gelang Ritthausen die Melitose, nachdem der Farbstoff und das Fett durch wiederholte Behandlung mit Äther entfernt waren, nach längerem Stehen in der Kälte krystallinisch als in einander verfilzte und zu Knollen zusammen geballte feine Nadeln zu erhalten. Die Ausbeute an reiner Melitose, unbeachtet des in den Mutterlaugen zurückgebliebenen

---

[1]) Journal für prakt. Chemie, Bd. 29. 1884.

Restes, betrug ca. 3 % des gesamten Rohmaterials. Melitose ist im absolutem Alkohol sehr schwer löslich, leichter in 90 % bei Siedehitze und sehr leicht in Wasser; die wässrige Lösung polarisiert rechts und dreht erheblich stärker, als Saccharose. Alkalische Kupferlösung sowie die anderen für Glycose gebräuchlichen Reagentien werden auch bei Kochhitze nicht verändert; beim Kochen mit Kalihytratlösung, Baryt oder Kalkwasser tritt nicht die geringste Bräunung auf. Schwefelsäure wirkt beim Kochen derart ein, dass sich die Drehung nach rechts um $^1/_3$ (nach BERTHELOT) und $^1/_2$ nach RITTHAUSEN, vermindert.

Melitose krystallisiert mit $3^1/_2$ Krystallwasser, welche beim Erhitzen allmählich ausgetrieben werden; bei 160° tritt unter Karamelgeruch eine Zersetzung der ganzen Masse ein.

Die Anwesenheit von Melitose in Baumwollsaatmehl ist vermutlich auch der Grund dafür, dass bei der Extraktion des Fettes ohne Vortrocknen der Substanz mit wasserhaltigen Äther ein zu hoher Fettgehalt gefunden wird.

RITTHAUSEN[1]) stellte ferner aus den Mutterlaugen der Melitose die salzsaure Verbindung einer Base dar, welche nach ihren Eigenschaften und ihrer Zusammensetzung als Betain erkannt wurde, das bereits in den Rüben und der Zuckermelasse gefunden war, aber nicht zur Krystallisation gebracht werden konnte.

Ob dieses Betain als solches bereits in dem Samen vorhanden ist oder eine durch zersetzende Einflüsse von Säuren während der verschiedenen Operationen bei der Darstellungsweise entstandene Verbindung war, konnte bisher nicht entschieden werden. Höchst wahrscheinlich kommt das Betain im Baumwollsaatmehl nicht fertig gebildet vor, wie dies bereits von dem Betain in den Rüben durch LIEBREICH nachgewiesen ist. BÖHM[2]) hatte aus Baumwollsamenrückständen vorher das Platindoppelsalz von Cholin dargestellt. Ob dieses Cholin die Muttersubstanz für das von RITTHAUSEN gefundene Betain war, blieb weiteren Untersuchungen vorbehalten.

M. MAXWELL[3]) gelang es vor kurzem, beide Körper gleichzeitig aus Baumwollsamen zu erhalten und solche durch verschiedene Reaktionen nachzuweisen.

---

[1]) Journal f. prakt. Chemie 30.
[2]) BIEDERMANN Centr. f. Agric.-Chem. 1885 S. 133.
[3]) Chem. Centralbl. 1892.

Es bleibt nur noch übrig zu erwähnen, dass das aus den Baumwollsamen erhaltene Rohfett nach Stellwaag[3]) 1,44 % Cholesterin und 1,5 % Lecithin enthält. Es ist bisher auch noch nicht gelungen, dasselbe von dem bei den bisherigen Fettbestimmungen erhaltenen Ätherextrakt fernzuhalten; ob diese Körper auch bei der Extraktion, wie ich sie ausführe, in den ätherischen Extrakt übergehen, darüber habe ich noch keine Untersuchungen angestellt, behalte mir dieselben jedoch für später vor.

Ob im Baumwollsaatmehl ein den Lupinenalkaloiden ähnlich giftiger Stoff vorkommt, dessen Wirkung eine ähnliche, wie bei jenen, ist, oder bei mangelnder Konservierung Fäulnisbasen entstehen, muss bis jetzt dahin gestellt bleiben.

6. Verfälschungen und Verunreinigungen in den Baumwollsaatmehlen bezw. Kuchen.

Absichtliche Verfälschungen in Baumwollsaatmehlen resp. Kuchen, sind bisher selten oder auch gar nicht beobachtet worden; eine Verfälschung des Futtermittels würde bei der leichten gelben Farbe desselben sehr leicht und bald konstatiert werden können. Zudem würde schon eine chemische Analyse bei dem hohen Fett- und Proteïngehalt des Baumwollsaatmehles, den annähernd nur noch der Erdnusskuchen erreicht, auf eine Verfälschung hinweisen. Eine Verfälschung durch Erdnusskuchen wird nicht vorkommen, da der Preis für letztere höher ist.

Das Vorkommen von Unkrautsamen ist absolut ausgeschlossen, da, wie bereits vorher erwähnt, die Früchte der Baumwollsamenpflanze mit der Hand gepflückt und weiterhin mit Maschinen und anderen mechanischen Werkzeugen verarbeitet werden. Das Vorkommen einer nur geringen Menge von Unkrautsamen würde sofort auf einen absichtlichen Zusatz schliessen lassen. Dagegen kommen bei dem mechanischen Reinigungsprozess des Futtermittels allerhand Verunreinigungen hinein, deren möglichste Entfernung unbedingt angestrebt werden muss.

Vor allem anderen sind es die Baumwollfasern, welche sich bei ungenügender Reinigung oft bis zu 20 % in den Futtermitteln vorfinden, ferner Schalenreste, welche bei den amerikanischen und sogenannten deutschen Baumwollsaatmehlen keinen wesent-

---

[3]) Pott, Die landwirtschaftl. Futtermittel. S. 514.

lichen Bestandteil ausmachen dürfen, weil die Samen vorher geschält werden. Bei ägyptischen Produkten bilden diese allerdings einen Hauptbestandteil, fast die Hälfte der Pressrückstände, werden auch deshalb um die Hälfte billiger verkauft. Schliesslich sind es noch Eisenreste, namentlich Nägel, welche von den zur Entfernung der Wolle gebrauchten Egreniermaschinen herrühren und in ungereinigten Produkten ziemlich häufig vorkommen können. Andere Verunreinigungen, wie Bindfäden, Holzteile etc. sind zu gering und spielen keine Rolle. Eine Entdeckung der fremden Beimengungen geschieht grösstenteils mit blossem Auge; sind die Wollfasern indessen auch zu feinem Staub zermahlen, so wird ein hoher Rohfasergehalt das Vorhandensein derselben in nicht gestatteter Menge sicher nachweisen.

7. Charakteristik des echten Futtermittels von guter Qualität.

Aus der Beschreibung der Fabrikationsmethoden, sowie der Verunreinigungen der Rückstände der Baumwollsamen erhellt schon zur Genüge, welche Anforderungen an ein Baumwollsaatmehl von guter Qualität zu stellen sind. Ihrer chemischen Zusammensetzung nach darf der Proteïn- und der Fettgehalt nicht hinter dem Durchschnitt zurückbleiben, der Gehalt an Asche und Rohfaser den Durchschnitt nicht übersteigen. Verunreinigungen mit Eisenteilen, Bindfäden, Holzstückchen dürfen überhaupt nicht vorkommen, Schalenreste und Wollfasern nur in sehr geringer Menge. Dieselben müssen bei Futtermitteln von vorzüglicher Qualität, soweit es technisch überhaupt möglich, entfernt sein.

Bei ägyptischen Baumwollsaatrückständen, werden von den Schalenresten ca. 50 % der Gesamtmasse vorhanden sein. Ferner müssen die Baumwollsaatmehle wie die Kuchen einen angenehmen Geruch und eine lebhaft gelbe Farbe haben und nur in frischem Zustande zum Verkauf gelangen; ranziger Geruch deutet darauf hin, dass die Pressrückstände zu alt und schon verdorben sind.

Ganz besondere Vorsicht ist bei den in Amerika fabrizierten und nach Deutschland zum sofortigen Gebrauch exportierten Baumwollsaatmehlen resp. Kuchen geboten. Sehr häufig hat man die Beobachtung gemacht, dass dieselben durch den Schiffstransport verdorben, ranzig und mit vielen Pilzschädlingen durchsetzt sind; es tritt dann sehr bald, namentlich leichter bei den Mehlen, als den Kuchen, Fäulnis unter Entwicklung reicher Mengen von Bakterien ein.

Die eingetretene Zersetzung giebt sich durch einen deutlichen Schwefelwasserstoff-Geruch zu erkennen, wenn die Substanz mit Wasser angerührt wird. Ob sich bei den Zersetzungsvorgängen auch giftige Ptomaine bilden und diese die später zu besprechenden Krankheitserscheinungen beim Vieh hervorrufen, ist nicht erwiesen. So lange der Grund der Erkrankungen nach der Verfütterung von Baumwollsaatrückständen nicht bekannt ist, ist es auf jeden Fall vorteilhafter, nur Produkte von vorzüglicher Qualität zu verwenden, umso mehr, als seit einiger Zeit mehrere Fabriken in Deutschland eine völlig tadellose Ware von hervorragender Beschaffenheit zu liefern imstande sind.

8. Verwendung der Baumwollsamenrückstände als Dünger.

Die Verwendung der Baumwollsamen als Dünger geschah schon in einer Zeit, bevor aus ihnen Öl gepresst wurde und die Rückstände als Futtermittel dienten.

Der hohe Gehalt an Stickstoff und an Phosphorsäure und Kali in der Asche liess sie als ein ganz vortreffliches Düngemittel erscheinen. Auch die Pressrückstände, namentlich wenn sie stark mit Wolle verunreinigt sind, werden zur Zeit in manchen Gegenden als Dünger verwendet. Von den in Frankreich fabrizierten Baumwollsamenkuchen wird die eine Sorte nur als Düngemittel gebraucht; sie ist dunkelbraun, enthält sehr viele Wollreste und hat folgende Zusammensetzung:[1])

Wasser	Fett	Organ. Subst.	Asche	Phosphorsäure	Stickstoff
8.0	5.0	79.0	6.59	2.02	3.23

In neuester Zeit werden auch in Amerika die Pressrückstände zu künstlichem Dünger, sogenanntem Gossypiumphosphat verarbeitet. Zu diesem Zwecke werden die Samen auf besonderen Maschinen (Cinters) von der Wolle befreit, geschält, in grossen Kesseln erhitzt und mit Dampfkraft ausgepresst. Die zurückbleibenden Presskuchen werden feingemahlen, mit Schwefelsäure, Pottasche, Ammoniaksulfat und Erdphosphaten vermischt.

Die vor ein paar Jahren von Amerika verbreitete Nachricht, dass die Industrie den Export der Banmwollsamenrückstände verdrängen würde, hat sich nicht bestätigt und war wohl kaum ernst zu nehmen, da sich dieselben als Futtermittel stets höher verwerten lassen denn als Düngemittel.

---

[1]) Biederm. Centralbl. f. Agr.-Ch. 1883, 164.

Dagegen ist wohl eher zu erwarten, dass nur bessere Ware exportiert wird, und wir nicht mehr so oft, wie bisher, verdorbenes und stark verunreinigtes Material erhalten.

9. Einfluss des Baumwollsaatmehles bezw. Kuchens auf die Mast, Beschaffenheit der Milch, Butter etc.

Bei der Verfütterung der Pressrückstände ist, wenn die Wirkung eine möglichst grosse und günstige sein soll, verschiedenes zu beobachten.

Die Kuchen müssen möglichst zerkleinert werden, weil grössere, harte Stücke zu grosse Anforderungen an den Kauapparat stellen und Indigestionen verursachen können. In einem Falle, wo eine Kuh anscheinend an Vergiftung krepiert war, wurden im Magen 4 cm lange, steinharte Bruchstücke vorgefunden; wahrscheinlich hatten diese wegen ihrer Unverdaulichkeit das Eingehen der Kuh herbeigeführt. Die Vermischung von grob zerschrotenen Kuchen mit voluminösen Futtermitteln, wie Strohhäcksel, Hackfrüchten, ist sehr empfehlenswert, weil so der Kuchenschrot im Verdauungskanal keine Klumpen bilden kann, die in Zersetzung übergehen und dann ebenfalls gefährliche Verdauungsstörungen hervorrufen können.

Es empfiehlt sich ferner, das Baumwollsaatmehl nicht im angebrühten und gekochten, sondern im rohen Zustande zu verabreichen, weil es so leichter verdaulich ist, und eine vollkommenere Einspeichelung erzielt werden kann. Zudem büsst das Baumwollsaatmehl ebenso wie andere Futtermittel durch Dämpfen an Schmackhaftigkeit ein, es nimmt eine schlüpfrige Oberfläche an und entzieht sich so leicht dem Kauapparat.

Th. Ladd will ferner die Beobachtung gemacht haben, dass das Fett von gekochten oder gedämpften Futtermitteln in Äther zum Teil unlöslich und von Säuren und Alkalien nicht mehr angegriffen wird. Werden alle die Vorsichtsmassregeln bei der Verfütterung beobachtet, so stellt sich das Baumwollsaatmehl wegen seines hohen Gehaltes an Fett und Proteïn, das, wie früher erwähnt, fast vollständig verdaulich ist, als ein vorzügliches und wegen seines verhältnismässig billigen Preises sehr geeignetes, rentables Mastfuttermittel dar. Es wird von Masttieren jeder Art, die an Ölkuchenfütterung gewöhnt sind, gern angenommen und selbst in grösseren Gaben

ohne Rückstand verzehrt. An Mastochsen und Mastkühe können täglich ca. 5 Pfund, mit anderen Futtermitteln vermischt, verabreicht werden. Selbst bei Zugtieren, Ochsen und Pferden hat sich die Verfütterung von Baumwollsaatmehl bewährt, namentlich in der Zeit angestrengter Thätigkeit. Zugochsen vertragen ca. 3 Pfd. und Pferde 2 Pfd. täglich. Bei Mastschafen dürfte eine tägliche Gabe von $^1/_2$ Pfd. und bei Mastschweinen von 1 Pfd. sehr wohl genügen.

Was den Einfluss der Baumwollsamenrückstände auf die Beschaffenheit der Milch und Butter betrifft, so sind die mannigfachsten Versuche angestellt worden, von denen ich einige besonders, und das Resultat im Allgemeinen erwähnen will.

Siewert[1]) führte auf 7 Gütern Futterungsversuche mit unenthülsten ägyptischen Baumwollsaatkuchen aus. Als Folge dieser Fütterung stellte sich ein höherer Zuckergehalt der Milch heraus, dagegen war der Milchertrag, sowie die anderen festen Milchbestandteile, vermindert. Selbst so verabreicht, dass der Gehalt an Fett und Proteïn dem der früheren Fütterung von Rübkuchen gleich kam, konnte ein günstiger Einfluss des ungeschälten Baumwollsaatmehls auf die Milchproduktion nicht festgestellt werden.

Anders zeigt sich die Wirkung bei der Verfütterung von enthülstem, namentlich „Deutschem Baumwollsaatmehl.“ Fütterungsversuche, welche abwechselnd mit Erdnussmehl und Baumwollsaatmehl von Ritter[2]) und Pogge[3]) ausgeführt wurden, ergaben bei der Fütterung von Baumwollsaatmehl einen Überschuss an Milch und einen fast 1 % höheren Rahmgehalt. Zu einem Kilo Butter waren nach der Fütterung von Baumwollsaatmehl 31,18, nach der von Erdnussmehl 34,2 Liter Milch erforderlich. Der Geschmack war in beiden Fällen gleich gut. Bei einer Fütterung[4]) von 4 kg Kleie und Getreideschrot, die später durch 3 kg Baumwollsaatmehl ersetzt wurden, nahmen 5 Kühe in erstem Falle täglich um 0,763 kg zu, in letzterem um 2,682 kg und gaben auch 1,32 Liter Milch pro Kopf mehr. In einem anderen Falle[5]) wurden 17 Kühe mit 43 kg Baumwollsaatmehl,

---

[1]) Landwirtschaftliche Versuchs-Stationen 1884. S. 145.
[2]) Biedermann, Centr. f. Ag. Ch. 1879. 902.
[3]) Biedermann, Centr. f. Ag. Ch. 1881. 612.
[4]) Wiener landwirtsch. Zeitung 1880. 527.
[5]) Biedermann, Centralblatt f. Ag. Ch. 1883. 210.

das später durch Roggenkleie ersetzt wurde, und anderem Futter gleichzeitig gefüttert. Bei der Fütterung mit Baumwollsaatmehl wurden 201 Liter Milch $7^3/_4$ kg Butter von sehr guter Beschaffenheit, bei den mit Roggenkleie $195^3/_4$ Liter Milch und $6^1/_4$ kg Butter gewonnen. Dagegen wurden bei 18 Kühen, welche mit 10 kg Biertreber und abwechselnd mit 48 kg Baumwollsaatmehl oder 50 kg Kokosnusskuchen gefüttert wurden, 225 Liter Milch und $7^3/_8$ kg Butter erzielt.

Curtis und Carson[1]) haben in 3 Versuchen mit verschiedenen Tieren und zu verschiedener Zeit den Einfluss der Baumwollsaatmehlfütterung im Gegensatz zu Maismehl und Kleie auf die Entrahmung der Milch festzustellen versucht. Als Resultat derselben ergab sich, dass bei einer Fütterung mit den Pressrückständen des Baumwollsamens die Entrahmung der Milch sowohl in den verschiedenen Laktationsperioden, als auch bei verschiedener Temperatur, stets eine vollkommenere war. Ein längeres Stehenlassen erwies sich im allgemeinen als vorteilhafter und die Trennung des Rahmens mit fortschreitender Laktation als unvollkommener. Ein fernerer Versuch, ob Baumwollsaatmehl oder Baumwollsamen vortheilhafter bei der Verfütterung sind, ergab keinen Unterschied.

Bezüglich der Qualität der bei Baumwollsaatmehl-Verfütterung gewonnenen Butter ergab sich, dass der Schmelzpunkt der Butter nach Lupton[2]) um 8—9° steigt; es scheinen also Bestandteile des Baumwollsamens unverändert in die Milch überzugehen. Die flüssigen Fettsäuren der Butter erniedrigen sich, dagegen wird die Konsistenz derselben eine härtere. Nach Versuchen von Harrington und Wipprecht[3]) wirken Baumwollsaatmehl und Baumwollsaatkuchen in gleicher Weise auf die Beschaffenheit der Butter; sie verschlechtern in geringem Grade die Winterbutter, während im grasreichen Frühjahr die Menge des Futters ohne Nachteil für die Butter erhöht werden kann. Auf die Farbe der Butter hat die Baumwollsaatfütterung insofern Einfluss, als dieselbe im Sommer um 3—4 Schattierungen heller und im Winter gar weisslich wird.

Im allgemeinen weisen jedoch die Resultate in ihrer Gesamtheit mit Sicherheit darauf hin, dass sich die Baumwollsaat-

---

[1]) Biedermann, Centralblatt f. Ag. Ch. 1892 Heft 6.

[2]) Chem. Zeitg. 1891, 493.

[3]) Milchzeitung 19. 985.

mehle resp. Kuchen als ein auf Fett und Milchproduktion günstig wirkendes Mittel aussprechen lassen. In einem grösseren Masse, als die anderen Ölkuchen, sind die Baumwollsaatrückstände Lieferanten von Eiweiss und Fett. Die stickstofffreien Extraktstoffe sowie die Rohfaser kommen wegen ihrer geringen Menge kaum in Betracht. Der Fettgehalt eines beliebigen Futters kann durch Beigabe von Baumwollsaatmehl ohne wesentliche Nachteile für das Wohlbefinden und Verdauungsvermögen der Tiere relativ hoch gesteigert werden.

Von einer nachteiligen Wirkung des Baumwollsaatmehles resp. Kuchens auf das Fleisch der Tiere ist bisher nichts bekannt geworden.

Wie alle hoch konzentrierten Futtermittel ist auch das Baumwollsaatmehl an Zuchttiere, namentlich an tragende und auch an Jungvieh mit einiger Vorsicht, d. h. anfangs in geringeren Gaben, als für später beabsichtigt, zu verabreichen.

10. Verdaulichkeit des Baumwollsaatmehles bez. Kuchens nach Fütterungsversuchen und künstlichen Methoden.

Zur Prüfung der Verdaulichkeit der ungeschälten ägyptischen Baumwollsamenrückstände wurden im Jahre 1871 von Wolff, Funke und Kreuztage[1]) mehrere Fütterungsversuche mit 2 Hammeln gemacht. Später wurden diese Versuche von Weiske[2]) wiederum mit 2 Hammeln und ungeschälten Baumwollsaatmehl und Baumwollsamenkuchen wiederholt. Nach dem Resultate aller Versuche wurden durchschnittlich nach Prozenten verdaut:

Organ. Subst.	N-halt. Substanz	Fett	N-freie Extraktstoffe	Rohfaser
54.13	74.29	89.73	51.15	16.14

Bedeutend günstiger sind die Resultate bei den geschälten Baumwollsaatmehlen resp. Kuchen. Die Versuche wurden gemeinschaftlich von Wolff, Funke und Kreuztage[3]) und in Amerika von Armsby[4]) ausgeführt, und als Versuchstiere dienten auch hier je 2 dreijährige Hammel. Es wurden folgende Zahlen als Mittel der verdauten Substanzen, in Prozenten ausgedrückt, gefunden:

---

[1]) Thiel, Landwirtschaftl. Jahrbücher Bd. VIII. Supl. 185.
[2]) Journal f. Landwirtschaft. 1886. 225.
[3]) Landwirtschaftl. Vers.-St. 1882. 215.
[4]) Biedermann, Centralbl. f. Agrik.-Ch. 1885. 803.

	Organ. Substanz	Stickstoffhalt. Substanzen	Fett	N-freie Extraktstoffe	Rohfaser
a)	80.42	84.70	87.59	83.72	—
b)	80.54	86.68	95.39	75.74	—

Dass die Schalen der Baumwollsamen unverdaulich und daher wertlos sind, ja sogar mit Nährsubstanz durchzogen den Magen verlassen, hat SIEVERT[1]) nachgewiesen. Danach hatten die von Baumwollfasern völlig befreiten Schalen folgende Zusammensetzung:

Die aus den Koth ausgeschiedenen Hülsen:

Wasser	Asche	Proteïn	Rohfaser	Fett und Nfreie Extraktstoffe
13.3	2.7	3.9	44.60	35.51
13.7	3.0	4.3	42.20	37.81

Ähnliche Resultate, wie die Fütterungsversuche, ergaben die mit den STUTZER'schen Verdauungsflüssigkeiten ausgeführten Versuche. Nach diesen waren im Rohproteïn enthalten:[2])

Reinproteïn	Unverdaul. Proteïn	N-haltige Extraktst.	Wirkl. verdauter Proteïn	Summa der löslich geword. N-Substanzen
96.87	4.98	3.13	91.89	95.02
98.74	7.89	1.27	90.85	92.11
94.57	5.52	5.43	89.37	94.80

Vom Rohfett erwiesen sich nach Versuchen von TH. LADD 87.8 % und von den stickstofffreien Extraktstoffen 95.1 % als verdaulich.

KLINKENBERG[3]) fand bei seinen Verdauungsversuchen nach den von STUTZER ausgearbeiteten Methoden vom Gesamtstickstoff, der im vorliegenden Falle 6.714 % der Substanz betrug, durch in Kupferoxydhydrat nicht fällbar, also in Form von Amiden 4.35 %; von dem übrigen erwiesen sich 86.97 % als verdauliche und 8.78 % als unverdauliche stickstoffhaltige Stoffe.

Wie bei den anderen Futtermitteln stellte es sich auch bei Baumwollsaatmehl nach TH. LADDS[4]) Versuchen heraus, dass dieses im rohen Zustande verdaulicher war, als im gedämpften oder gekochten. Im ersteren waren 87.7 % resp. 86.8 % verdaulich, in gekochtem nur 73.8 %. STUTZER[5]) fand, dass die

---

[1]) Landwirtschaftl. Versuchs-St. 1884. 145.

[2]) HOLZAPFEL, Jahresber. über die Forts. der Agrikulturch. 1890, 461.

[3]) Zeitschrift für physologische Chemie 1892, 155.

[4]) POTT, Die landwirtschaftlichen Futtermittel, 133.

[5]) Jahresber. des landw. Vereins f. Rheinpreussen 1891, 34. Landwirtschaftl. Versuchs-Stationen 1891.

Verdauung der Eiweisssubstanz bei den verschiedenen Futtermitteln in ungleicher Weise stattfindet. Von 100 Gewichtsteilen verdaulichen Eiweisses lösten sich bei

	Baumwollsaatmehl	Erdnussmehl
durch kaltes Wasser	9 %	60 %
„ $1/2$stünd. Einwirkung von Magensaft stieg die Löslichkeit auf	62 „	98 „

Die Wirkung von geringen Mengen Fett auf die Verdaulichkeit der Eiweisssubstanzen untersuchte Stutzer[1]) am Baumwollsaatmehl und Kokoskuchen. Danach legt das Fett der lösenden Wirkung des Wassers und der Salzsäure (ohne Pepsin) nur geringe Hindernisse in den Weg. Dagegen stellten sich die Unterschiede zwischen den mit entfetteten und nicht entfetteten Baumwollsaatmehl angestellten Versuche bei der Einwirkung von saurem Magensaft als so gering heraus, dass sie als innerhalb der Fehlergrenze liegend betrachtet werden können.

II. Über die nachteiligen Wirkungen der Verunreinigungen der Baumwollsaatmehle resp. Kuchen.

Die in den ungereinigten Baumwollsaatmehlen resp. Kuchen so häufig vorkommenden Eisenteilchen gelangen natürlich in den Magen des Viehs und verursachen, wie dies in einer grossen Anzahl von Fällen konstatiert ist, schwere innere Verwundungen, die ein Eingehen des Viehs zur Folge haben können. Im Kreise Einbeck waren 7 Stück Rindvieh nach der Verfütterung von mehlförmigen Baumwollsaatrückständen an traumatischer Magenentzündung erkrankt. Als Ursache ergaben sich plattgedrückte Drahtnägel, und ausserdem 1 cm lange Baumwollfädchen, die sich in dem Bronchialschleim der Tiere festgesetzt hatten und die Atmung erschwerten. Das Einatmen der oft massenhaft enthaltenen Baumwollfäden hat nachweislich selbst bei Ochsen und Kühen Luftröhrenkatarrhe hervorgerufen. Infolge dessen ist man in Deutschland von der Verfütterung der amerikanischen ungereinigten Rückstände der Baumwollsamen abgekommen und verfüttert grösstenteils nur die gereinigten deutschen Produkte.

Aber auch die Schalen können namentlich bei Jungvieh einen nachteiligen Einfluss ausüben. Da dieselben zum grössten Teil unverdaulich sind, so kann es leicht vorkommen, dass sie

[1]) Landwirtschaftl. Versuchs-Stationen 1890, 279.

sich im Tiermagen zu einer Masse zusammenballen, welche die Festigkeit von Steinen erreicht und den Verdauungsweg völlig abgesperrt. An solchen Ballen sind thatsächlich nach Wolffs Bericht[1]) Tiere zu Grunde gegangen.

Die ägyptischen Pressrückstände der Baumwollsamen bestehen nun grösstenteils aus solchen unverdaulichen Schalen und haben in Deutschland daher auch wenig Eingang gefunden. Sie haben wohl auch nur den einen Vorzug, dass sie im Inlande bereitet werden und daher zu jeder Zeit frisch zu haben sind. In England dagegen werden die ungeschälten ägyptischen Baumwollsamenrückstände in grossen Quantitäten als Mastfutter bei Ochsen und auch bei Milchkühen verwendet. Die von Dr. Völcker[2]) ausgesprochene Annahme, dass die Baumwollsamenschalen wegen eines in ihnen enthaltenen adstringierenden Stoffes bei der Verfütterung auf die Verdauung einen äusserst günstigen Einfluss ausüben, hat sich nach von Siewert angestellten Versuchen nicht bestätigt. Der Gehalt an adstringierenden Stoffen ist zu gering, als dass er überhaupt in Betracht käme, und dann bleiben die Schalen völlig unverdaut. Die beobachtete günstige Wirkung ist wohl allein dem Umstande zuzuschreiben, dass die Schalen einen mechanischen Reiz auf die Wandungen des Verdauungskanals ausüben und die Verdaunngsthätigkeit und Absonderung von Verdaungssäften steigern. Auch in Frankreich, besonders in Marseille werden aus den Baumwollsamen der Levante und Alexandrien unenthülste Pressrückstände hergestellt und in den Handel gebracht.

12. Krankheitserscheinungen nach der Verfütterung von Baumwollsaatmehl resp. Kuchen.

Die im vorigen Kapitel aufgeführten Krankheitserscheinungen nach der Verfütterung der Rückstände von Baumwollsamen spielen keine besondere Rolle. Die Ursache derselben sind Verunreinigungen, wie sie in anderen Futtermitteln gleichfalls vorkommen können: man kann sie leicht feststellen und die durch sie drohenden Gefahren abwenden. Anders verhält es sich mit den Krankheiten, welche sich sehr häufig mitunter

---

[1]) Biedermanns Centralbl. f. Ag.-Ch. 1872, 154.

[2]) Landwirtschaftl. Versuchs-Stat. 1884, S. 145.

bei ganzen Viehbeständen nach dem Genusse von völlig gereinigtem Baumwollsaatmehl bezl. Kuchen einstellten, und für die man bis heute, wie ich schon jetzt vorausschicken will, einen triftigen Grund nicht anführen kann. Die Krankheitserscheinungen sind so mannigfach und treten unter so verschiedenen Verhältnissen auf, dass einige der in der Litteratur bekannten Fälle aufzuzählen nicht ohne Interesse sein dürfte.

Nach einem Berichte von Emmerling [1]) verendeten von 12 Kälbern im Alter von 4—6 Monaten, welche mit Baumwollsaatmehl, Milch und Buttermilch gefüttert wurden, nach drei Wochen 7 unter Stöhnen und Lungenbeschwerden. Die Section derselben ergab: Wasserergiessungen in Brust und Bauchhöhle, Entzündungen der Eingeweide und des Magens, starke Erkrankung der Lunge.

Das Mehl war vollständig frei von Verunreinigungen, Metallgift und Alkaloiden. In einem anderen Falle dagegen nahmen neben grösseren Thieren selbst einvierteljährige Kälber Baumwollsaatkuchen in täglichen Gaben von 1 Pfd. sehr gerne an, ohne irgend welchen Nachteil zu erleiden.

Auf einem Gute des Greifswalder Kreises [2]) wurden nach der Verfütterung von Baumwollsamenrückständen einige Todesfälle, aber nur von männlichen Tieren konstatiert. Die Verabreichung des Futters geschah in kleineren Portionen und unter Beobachtung aller Vorsicht an Schafe und Rindvieh, aber nur junge Böcke und Bullen erkrankten, während die übrigen Tiere gesund blieben.

Von Böckernferde [3]) wurden Fütterungsversuche mit amerikanischem und deutschem sogenanntem Erling'schen Baumwollsaatmehl an Ochsen gemacht. Im ersteren Falle stellte sich von 16 Versuchstieren bei 12 in den ersten 24 Tagen Durchfall ein, während das faserfreie Baumwollsaatmehl solche schädliche Wirkungen nicht aufwies. Dasselbe wurde meistenteils ohne widerwilliges Zögern genommen, während das amerikanische erst nach mehreren Tagen mundete.

Nach einem Bericht in der Deutschen landw. Presse [4]) wurden nach dem Genuss von Baumwollsaatmehl resp. Kuchen

---

[1]) Biedermanns Centralbl. f. Ag. Ch. 1884, 472.

[2]) Landwirtschaftl. Vereinsschrift des Baltischen Centralvereins 1886.

[3]) Biedermanns Centralbl. f. Ag. Ch. 1885, S. 98.

[4]) D. landw. Presse 1888, 509.

schwere und tödliche Erkrankungen, namentlich bei Kälbern und Jungvieh, beobachtet. Die Krankheitserscheinungen bestanden in Durchfall, Muskelentkräftung, blutigem Urin, Atmungsstörungen etc.

Bei erwachsenen Tieren zeigten diese Erscheinungen sich nicht, doch traten auch bei ihnen Unregelmässigkeiten in geschlechtlicher Funktion und Verkalben auf. Auch in diesem Falle lautete das Urteil über faserfreies ERLING'sche Baumwollsaatmehl günstiger.

NATHUSIUS[1]) beobachtete bei der Verfütterung von Baumwollsaatmehl an Schafen seit mehreren Jahren nach dem Lammen brandige Uterusentzündungen, welche auch an äusseren Teilen und der Haut auftraten. Der Krankheit folgte in der Regel rascher Tod. Das Eingehen der Tiere wurde nur verhindert durch Karboleinspritzungen in die Scheide bald nach dem Lammen. Lämmer krepierten beim Verhammeln an brandigen Entzündungen und an Hautwunden, welche sich nach dem Scheren bildeten. Als wirksames Mittel erwies sich auch hier Karbolsäure. An analogen Krankheitserscheinungen krepierten auch mehrere Mastlämmer und stark gefütterte junge Böcke. Die Ursache konnte nur das Baumwollsaatmehl sein, denn sobald dasselbe den Tieren entzogen war, fielen auch sämtliche Krankheitssymptone weg. Dasselbe Mehl konnte jedoch ohne jede nachteilige Wirkung in täglichen Portionen von $2^1/_2$ Pfd. an Milchvieh und 3 Pfd. an Mastvieh verfüttert werden. Dagegen verkalbten 2 Jahrgänge einrangierter Färsen im fünften bis sechsten Monat, und es schien, als ob bei Wiederaufnahme des Futters sich auch bei älteren Kühen Unregelmässigkeiten einstellen wollten. Die vermeintliche Ursache wurde hier im verdorbenen Futter gesucht, doch darüber soll im nächsten Kapitel abgehandelt werden.

Dr. KLIEN[2]) Königsberg verfütterte Baumwollsamenkuchen an 12 Kaninchen und Karpfen. Sämtliche Tiere bis auf 1 Kaninchen starben in kurzer Zeit an Darmentzündung. Über die von Tierärzten nach der Verfütterung von Baumwollsamenrückständen gemachten Erfahrungen und beobachteten Krankheitserscheinungen berichtet PÜTZ in der österreichischen Vierteljahresschrift für wissenschaftliche Veterinairkunde, Wien 1889.

---

[1]) BIEDERMANN, Centralbl. f. Ag. Ch. 1886, 141.

[2]) BIEDERMANN, Centralbl. f. Ag. Ch. 1884, 772.

Gautier[1]), Tierarzt in Kopenhagen, konstatierte nach Verfütterung von geschälten Baumwollsaatkuchen Erkrankungen bei Kälbern, Bongartz[2]), Tierarzt in Bonn, nachteilige Wirkungen von Baumwollsaatmehl bei Kälbern und Schafen. Die beobachteten Krankheitserscheinungen waren im allgemeinen den oben beschriebenen ähnlich, zeigten aber in einzelnen Fällen unter einander recht erhebliche Abweichungen. Während Bongartz sowohl während des Lebens der erkrankten Tiere, als auch bei der Sektion derselben, stets eine schwere Erkrankung der Nieren feststellte, fand Gautier, dass die Nieren scheinbar völlig gesund waren. Ebenso sind die Angaben über den pathologischen Zustand der Lungen über die Dauer der Krankheit etc. wesentlich verschieden. Nach Bongartz starben die Versuchstiere innerhalb 14 Tagen oder manchmal später, nach den Angaben Gautiers trat der Tod oft nach ein paar Stunden bis 5 Tagen ein.

Gips[3]) berichtet von einem Falle, wo auf einem Gute Baumwollsamenkuchen nach erfolgter Auflösung dem älteren Rindvieh täglich ca. 1 Pfd. und den Kälbern nicht mehr als $^1/_8$ Pfd. verabreicht wurde. Im Ganzen erkrankten 8 Stück Vieh, 3 gingen ein.

Die Sektion ergab folgendes:

In der Bauchhöhle befanden sich mehrere Liter einer braungefärbten Flüssigkeit, der ganze Dünndarm war diffus dunkel gerötet, die grossen Blutgefässe stark gefüllt, die Darmschleimhaut geschwollen und mit einer übelriechenden blutig erscheinenden Masse belegt. Die Leber war zum grössten Teil hellgelb, stark vergrössert und verdickt, die Lebersubstanz weich und mürbe, beide Nieren vergrössert und erweicht, in der Harnblase Spuren eines blutigen Urins. Die Milz zeigte sich nicht sichtbar verändert. In der Brusthöhle und im Herzbeutel fand sich eine dunkelrote Flüssigkeit vor, in den stärkeren Bronchien blutiger Schaum; die Lungen waren wenig zusammen gefallen ödematös, beide Atrien und Ventrikel ziemlich stark mit Blut angefüllt, das zum Teil geronnen war, Epicardium und Endocardium mit blutigen Herden wie besäet. Das Herzfleisch war

---

1) Deutsche Zeitschrift für Tiermedizin XII. 377.
2) Archiv für wissenschaftl. und prakt. Tierheilkunde XIV. 86.
3) Archiv für wissenschaftl. und prakt. Tierheilkunde XII. 74.

blass, mürbe, wie gekocht. Die Kuchen waren anscheinend aus verunreinigtem Material hergestellt und zeigten die Spuren eines Schimmelbelages.

Prof. Esser teilt ebendaselbst mit, dass unter 300 zur Mast aufgestellten Lämmern, welche pro Tag und Stück 250 g Baumwollsaatmehl als Beifutter erhielten, nach Verlauf von einigen Tagen der grösste Teil der Tiere krank wurden; sie litten an Tympanitis und heftiger blutiger Diarrhöe. Etwa der dritte Teil starb innerhalb 2 Tagen. Die Sektion bot die Erscheinungen einer akuten Gastroenteritis. Das Baumwollsaatmehl erschien von tadelloser Beschaffenheit und wurde von Zugochsen ohne Nachteil aufgenommen.

Peschel[1]) beobachtete auf einer Domäne häufige Erkrankungen der Kühe an Trommelsucht, so dass sie geschlachtet werden mussten, und auf einem anderen Gute das Eingehen von 4 Kühen an Kalbefieber. In beiden Fällen wurden Baumwollsaatmehle gefüttert.

Schweinfeld[2]) sah aus mehreren Gütern Kälber infolge der Verfütterung von Baumwollsaatmehl erkranken und sterben, während Ochsen und Kühe bei derselben Fütterung gesund blieben. Die Kälber liessen im Fressen nach, lagen viel, zeigten sich traurig, setzten nur wenig Kot ab und gingen schliesslich ein. Bei der Obduktion fand sich intensive Gelbfärbung der Muskulatur und Leber vor. Letztere schien vergrössert, die Gallenblase war ausgedehnt und mit grünbräunlicher Galle angefüllt. Nach Einstellung dieser Fütterung hörten die Erkrankungen auf.

13. Ursachen der Krankheitserscheinungen und tierärztliche Versuche.

Die eben beschriebenen Krankheitserscheinungen sind so mannigfach und von einander so verschieden, dass es zweifelhaft erscheint, ob für alle Fälle eine und dieselbe Ursache besteht, und ob von einer einheitlichen Krankheit, wie von der Lupinose nach der Verfütterung von Lupinen die Rede sein kann. Ursprünglich glaubte man, dass die massenhaften unverdaulichen Schalenteilchen, wie sie in den ägyptischen und ungereinigten

---

[1]) Bericht über das Veterinerwesen im Königreich Sachsen, 1885, 109.

[2]) Archiv für wissenschaftl. und praktische Tierheilkunde, XII, 74.

amerikanischen Produkten vorkommen, sich in den Gedärmen festsetzten und die Krankheitserscheinnngen hervorriefen. Diese Annahme beruhte auf einem Irrtum. Die Erfahrung lehrte, dass sich gerade die faserfreien Baumwollsamenrückstände als ganz besonders gefährlich erwiesen. Auch der hohe Eiweiss- und Phosphorsäuregehalt können nicht Schuld daran sein.

Erdnusskuchen und Sesamkuchen, welche viel mehr Eiweiss resp. Phosphorsäure enthalten, als die Baumwollsamenkuchen, können wohl, wenn sie allzu stark verfüttert werden, beim Vieh Durchfall und Abnahme der Fresslust verursachen, aber nie solche Krankheitserscheinungen oder gar ein Eingehen der Tiere im Gefolge haben, wie sie nach der Verfütterung von Baumwollsaatmehl so häufig beobachtet worden sind.

Das Proteïn des Baumwollsamens ist zudem, wie dies bereits an früherer Stelle erwähnt ist, in Wasser viel schwerer löslich, als bei den anderen Futtermitteln, und somit auch viel schwerer einer Zersetzung ausgesetzt. Auch das Fett ist sehr widerstandsfähig. Es besteht grösstenteils aus Neutralfett und wird nach Monaten, selbst wenn es offen an der Luft steht, nicht ranzig.

Reitmair hat darüber im hiesigen Laboratorium viele Versuche angestellt und auch gefunden, dass Säure-Verseifungs- und Jodzahlen im Ätherextrakt nach monatelangem Stehen unverändert geblieben sind. Es bleibt ferner die Möglichkeit vorhanden, dass die Rückstände der Baumwollsamen entweder ständig giftige Substanzen bezw. der Komponenten enthalten, welche unter gewissen Umständen, vielleicht bei bestimmtem Beifutter, löslich und wirksam gemacht werden, so in den Darm und zur Resorption gelangen, oder dass die Stoffe der Baumwollsamen eine hervorragende Fähigkeit besitzen, schon vor ihrer Verfütterung durch gewisse Spaltpilze in giftige Substanzen umgewandelt und zerlegt zu werden. Bezüglich des ersten Punktes vermutet allerdings Pütz[1]) nach seinen bisherigen Erfahrungen, dass den Baumwollsamen auch toxische Eigenschaften innewohnen, welche bei den bisher beobachteten Krankheitsfällen eine hervorragende Rolle gespielt haben. So lange es indessen nicht gelingt, das betreffende Gift zu isolieren und es mit den Krankheiten in Verbindung zu bringen, bleibt die Frage nach

[1]) Österreichische Vierteljahrsschrift für Veterinärkunde, Wien 1889.

der Ursache der Erkrankungen eine offene. EMMERLING[1]) hat in seiner Abhandlung „Über das Auftreten von Schimmelsporen und Fäulniserregern in den künstlichen Futtermitteln“ seine Beobachtungen über die Rückstände der Baumwollsamen beschrieben. Das Baumwollsaatmehl wurde pulverig zu einem feinen Brei mit wenig Wasser angerührt und 24 Stunden bei 35—40° C. in einen Brutofen stehen gelassen. An den Gefässwandungen zeigte sich zuweilen die Entwicklung eines Rasens oder an der Breioberfläche eines Häutchens. Auf die Gegenwart von Spaltpilzen wurde ein Tropfen der Flüssigkeit untersucht. Als Hauptformen traten auf: Kugeliche Zellen, einzeln, in Ketten oder Kolonien und schleimige Häute bildend, kurze gestreckte Zellen und längere Fäden, bisweilen mit Gliedern und Verzweigung. Nur in selteneren Fällen zeigten sich Kreuzteilung und spiralgewundene Fäden. Die Entwicklung der Spaltpilze machte sich äusserlich in einem sehr unangenehmen Geruch bemerkbar. Derselbe erinnerte an Küchen- oder Bratenduft, war bald dem abgestandenen Biere ähnlich oder schnittlauchartig oder nahm gar den Charakter von faulem Eiter oder Buttersäure an.

Von 37 Proben zeigten 23 eine reiche Stäbchen- und Bacillenbildung, während bei 14 die Spaltpilze nur in kugeligen Zellen, Micrococcen, bestanden. Schimmelbildung trat bei derselben Menge nur in 15 Fällen und nur bei 3 in besonders hohem Grade ein.

EMMERLING nahm an, dass die Stoffwechselprodukte der Bacillen der Baumwollrückstände die vorher erwähnten Krankheitserscheinungen verursachten. Im Gegensatz zu dieser Annahme stellte sich, auf seine Versuche gestützt, BRETFELD[2]). Nach ihm trat bei allen Baumwollsaatmehlen oder Kuchen die Bildung von Spaltpilzen auf. Die betreffenden Proben wurden mit Wasser angerührt, gegen äussere Luft abgeschlossen und längere Zeit bei Bluttemperatur gehalten. Es bilden sich zunächst sternförmige, weisse Efflorescenzen eines Spaltpilzes, welche aus bogenförmig gewundenen, dicht aneinanderliegenden Fädchen bestehen. Von diesem Anfangsstadium, das schon nach 24—36 Stunden eingetreten war, gehen die Teilungsvorgänge vor sich. Sie enden mit der Sporenbildung in den zu Bacillen

[1]) BIEDERMANN, Centralbl. f. Agr.-Ch. 1884, 472.

[2]) Journal f. Landwirtschaft 1887, 37.

geteilten Fädchen, und zwar so, dass sich die Sporen auf je einen Pol des Bacillus oder beiden entwickeln. In diesem Zustande des Pilzes ist aus der sternförmigen Efflorescenz ein grüner, gelber, gelatinoser Schleim geworden. War der Geruch vorher ein dumpfer, so ist er jetzt ein penetrant fauliger. Späterhin wird die ganze Oberfläche zu einer höchst übelriechenden, verschieden gefärbten Schleimmasse.

Ob sich an der Bildung des letzten Stadiums noch andere Spaltpilze beteiligen, diese Frage ist noch nicht abgeschlossen. Der Spaltpilz entsteht auf allen Mehlproben mit nur geringen Zeitdifferenzen und deshalb kann aus seiner Anwesenheit nach Bretfeld auf die Qualität des Baumwollsaatmehles nicht geschlossen werden, ebensowenig wie aus den verschiedenen Entwicklungsstadien wie Bacillen, Sporen, Fäden. Er kann also nicht die Ursache für die beobachteten Krankheitserscheinungen sein, und ob die später auftretenden, noch zu isolierenden Spaltpilze hierbei in Betracht kommen, ist noch nicht entschieden. Klien[1])-Königsberg teilt einen Fall mit, wo nachweislich bacillenhaltiger Baumwollsamenkuchen ohne Nachteil für die Tiere gefüttert wurde. Dagegen führt Bretfeld das Auftreten von Schimmelpilzen auf eine hochgradige Verderbnis eines Futtermittels zurück, will aber bei Baumwollsaatmehlen nur in den seltensten Fällen die Bildung von Schimmelpilzen beobachtet haben.

Das spärlich auftretende Mycel fruktifizierte auch nicht in einem einzigen Falle, woran seiner Ansicht nach wahrscheinlich das Kotyledonargewebe schuld ist. Denn die in Baumwollsaatmehlen so häufig vorkommenden Baumwollenhaare sammeln isoliert auf dem Wasser ungeheure Mengen von Schimmelsporen.

Zopf und Pütz[2]) haben mit mehreren Bakterien der Baumwollsaatmehlen resp. Kuchen, nach deren Verfütterung nachweislich schwere Erkrankungen aufgetreten waren, Impfversuche an Tieren gemacht. Zopf hatte nach üblichen bakteriologischen Methoden Reinkulturen verschiedener Spaltpilze auf Nährgelatine und Nähragar gezüchtet und von ihnen zu den Versuchen nur solche ausgewählt, die sich dem Nährboden gegenüber so verhielten, dass sich eine pathogene Wirkung dieser vermuten liess. Die verwendeten Kolonien wurden vorher auf ihre Lebenskräftigkeit durch die Gelatineplattenkultur geprüft.

---

[1]) Hannoversche land- und forstwirtschaftl. Zeitg. 1853.

[2]) Österreichische Vierteljahresschrift für Veterinärkunde, Wien 1889.

Als Versuchstiere dienten Schafe, also grade solche Tiere, welche bisher am häufigsten und leichtesten nach dem Genuss der Baumwollsamenrückstände erkrankt waren. Vor der Infektion wurden die betreffenden Schafe einige Tage in der Tierklinik genauer beobachtet und erst dann verwendet, wenn sich bei denselben keine pathologischen Erscheinungen offenbarten. Beim ersten Versuche wurden 4 Schafe mit sporenhaltiger Flüssigkeit eines von Zopf „Streptococcus decipiens" benannten Pilzes geimpft. Bei zweien der Versuchsschafe wurde die Hohlnadel einer sterilisierten Pravaz'schen Spritze hinter dem rechten Schulterblatt direkt in die Lunge eingeführt und 2 ccm fraglicher Flüssigkeit, bei den beiden anderen auf dieselbe Weise $1^1/_2$ ccm in die Luftröhre eingespritzt. Es trat bei allen sofort Hustenreiz ein, bei den einen stärker, bei den andern schwächer, doch verlor er sich binnen kurzem ohne irgend welche üblen Folgen und Beschwerden zu hinterlassen. Nach ein paar Wochen wurden die täglichen Untersuchungen der Tiere eingestellt, da sich bei keinem eine Temperatursteigerung oder sonst ein Sympton gezeigt hatte, welches auf eine nachteilige Wirkung des Pilzes schliessen liess.

Bei einem zweiten Versuche wurde einem Schafe 5 ccm einer Flüssigkeit, welche aus einem von Zopf „Bacterium vernicosum" benannten Spaltpilz herrührte, in die Bauchhöhle einverleibt. Ein anderes Schaf erhielt gleichzeitig ein Rübenstück, welches im Innern eine Reinkultur desselben Pilzes eingeschlossen enthielt. Bei dem ersten Versuchsschaf trat nach 26 Stunden der Tod ein, während das zweite völlig munter blieb. Die Flüssigkeit aus Magen, Darm, den Lungen und etwas Serum aus dem Peritonealsacke des verendeten Tieres wurde von Zopf unverzüglich auf das Vorhandensein von „Bacterium vernicosum" untersucht.

Ein positives Resultat hat sich hierbei nicht ergeben, so dass die Einwirkung eines unbekannten schädlichen Faktors wahrscheinlich war. Das gesund gebliebene Schaf wurde daraufhin auf dieselbe Weise, wie das verendete, mit einer aus Bacterium vernicosum bereiteten Impfflüssigkeit behandelt, blieb aber trotzdem gesund.

Der eben benannte Spaltpilz ist von Zopf ausführlich in seiner Abhandlung: „Zur Kenntnis der Organismen des amerika-

nischen Baumwollsaatmehls"[1]) beschrieben. Ferner wurden 3 Schafe mit einer in sterilisiertem Wasser aufgeschwemmten Reinkultur eines von Zopf „Streptococcus leucomyxa" benannten Pilzes hinter der Schulter subkutan geimpft. 2 derselben blieben stets munter und verzehrten ihr Futter mit grossem Appetit, bei einem dagegen stellte sich nach 2 Tagen Niedergeschlagenheit, Appetitmangel und Steigerung der Mastdarmtemperatur ein; später trat jedoch eine Besserung ein, welche bald in Genesung überging. Die beiden gesund gebliebenen Tiere erhielten nach dem erwähnten Versuche täglich neben anderem Futter $^1/_4$ Pfd. Baumwollsaatmehl, welches gleichfalls als verdächtig ein geschickt worden war. Das Baumwollsaatmehl liess im Geruch und Aussehen keine abnorme Beschaffenheit erkennen, wurde aber von den Tieren in grösseren Portionen als $^1/_4$ Pfd. per Tag nicht angenommen. Nachdem ca. 50 Pfd. des Baumwollsaatmehles verfüttert waren, ohne dass eines der beiden Versuchstiere auch nur die geringsten, nachteiligen Folgen zeigte, wurden alle drei Tiere geschlachtet und sofort seziert. Die beiden nach der Impfung gesund gebliebenen Schafe wurden auch nach der Sektion als vollkommen gesund befunden, das dritte zeigte ausser einigen pathologischen Zuständen, welche höchstwahrscheinlich auf die Einwanderung der Brut von Taenia marginata zurückzuführen waren, keine anderweitigen krankhaften Veränderungen.

Schliesslich wurden noch je 2 Kaninchen mit einer Kultur von Bacterium vernicosum und Bacterium metabolus, welche beide aus verdächtigem Baumwollsaatmehl gezüchtet waren, subkutan hinter der Schulter geimpft. Die Impfungen verliefen jedoch ohne jede Reaktion. Damit wurden die Versuche abgeschlossen. Die Frage, welches die Ursache für die verschiedenen Erkrankungen nach der Verfütterung von Baumwollsamenrückständen sei, ist bis jetzt nicht gelöst und bleibt späteren Untersuchungen vorbehalten. Jedenfalls ist es unwahrscheinlich, dass es sich, wie schon erwähnt, um eine einheitliche Krankheit handelt und dass nur ein spezifisch pathogener Mikroorganismus die Ursache ist.

Wahrscheinlicher scheint es, dass sich, wenn überhaupt Bakterien in Betracht kommen, in den Baumwollsaatmehle ver-

---

[1]) Beiträge zur Physiologie und Morphologie niederer Organismen (aus dem Kryptogam. Laborat. d. Universität Halle) Leipzig 1892.

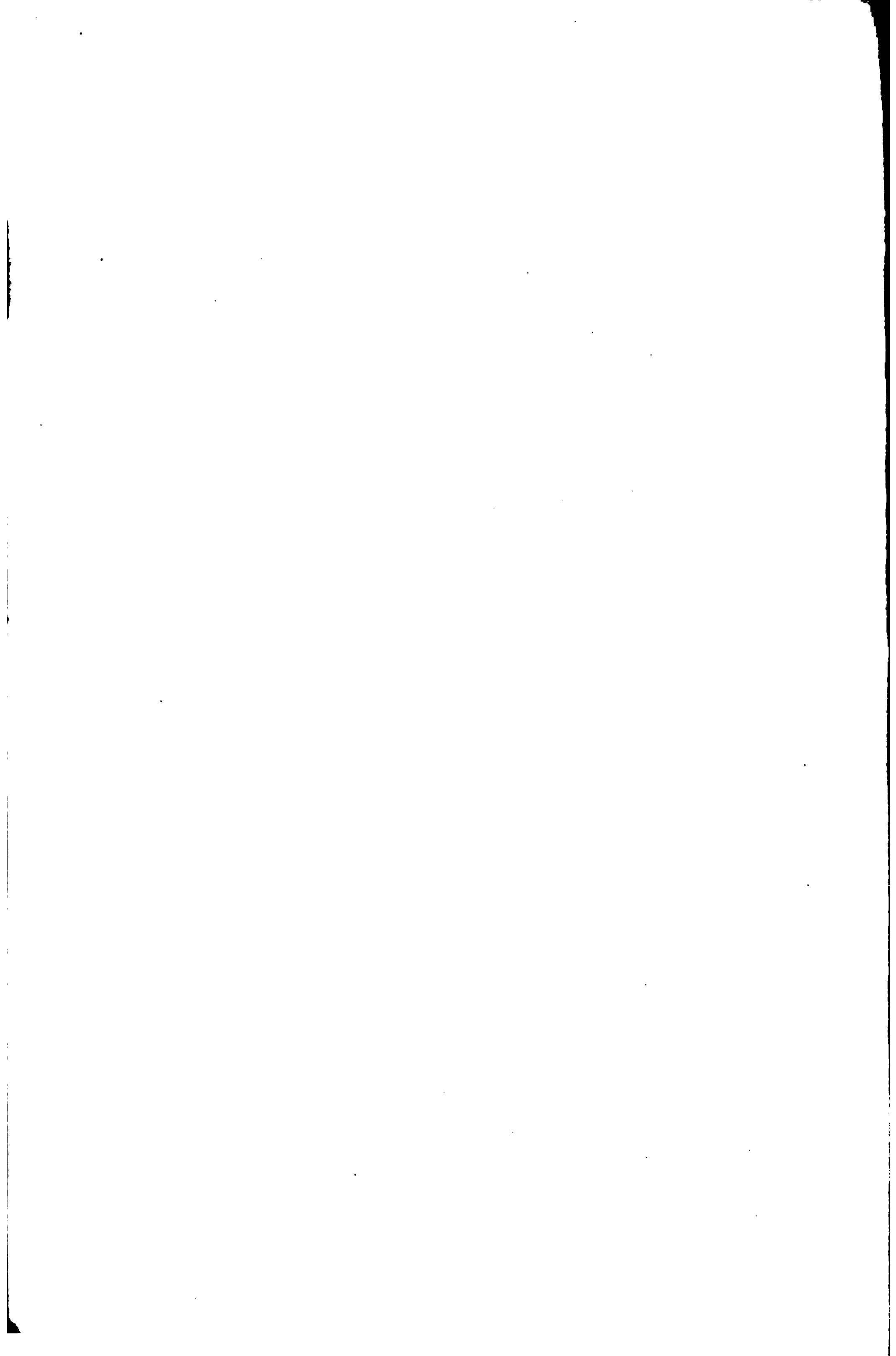
schiedene Spaltpilze ansiedeln, unter günstigen Verhältnissen bei den einzelnen Tieren schädlich wirken und in stärkerem oder geringerem Grade verschiedene Krankheiten zu verursachen imstande sind.

Dass aus der Anzahl der Keime ein Schluss auf die Schädlichkeit oder Unschädlichkeit des Baumwollsaatmehles nicht gemacht werden kann, beweist ein Versuch von ZOPF, der in als verdächtig und schädlich eingeschickten Baumwollsaatmehlen in 1 g 404 500 resp. 132 000, dagegen in einem unschädlichen Baumwollsaatmehl 25 750 Keime fand.

Zum Schluss will ich noch eine Beobachtung erwähnen, welche MAERCKER[1]) bei der Verfütterung von Baumwollsaatmehl an Schafen gemacht hat. Danach traten bei den weiblichen Tieren nie schädliche Folgen auf, während bei viel kleineren Gaben Hammel erkrankten. Die Sektion ergab, dass sich in den Harnblasen scharfe Krystalle von Ammon-Magnesium-Phosphat ablagerten und wahrscheinlich Reizungen hervorriefen, die zu Entzündungen führten und den Tod der Tiere verursachten. Bei weiblichen Tieren, welche eine kürzere Harnröhe haben, konnten die Harnsteine leichter abgestossen werden; ein weibliches Tier ist auch nie zu Grunde gegangen.

---

[1]) Sonderabdruck aus dem Bericht über d. XX. Plenarvers. d. Deutschen Landwirtschaftsrates, Berlin 1892.



Über das Verhalten der keimenden Samen zum Wasser im allgemeinen und speziell zur Bodenfeuchtigkeit.[1]

Von

Prof. S. Bogdanoff.

Indem ich die wichtige Frage über das Wasser im Ackerbau zum Hauptgegenstande meiner Forschungen gemacht, habe ich meine Aufmerksamkeit vor allem dessen Verhältnisse zur Pflanze während ihrer ersten Lebensperiode zugewandt. Bevor ich aber zur Untersuchung der Keimungsbedingungen der Samen auf dem Felde, unter dem Einflusse der Bodenfeuchtigkeit schreiten konnte, wollte ich mir eine genaue und klare Vorstellung über die Grösse des Bedürfnisses der keimenden Samen an Wasser bilden. Ein Blick auf die Literatur über die Wasserabsorption durch Samen lehrt uns, dass, obwohl auch einige allgemeine Fragen, z. B. über die Bedeutung der Temperatur bei diesem Vorgange,[2] die Verschiedenheiten in der Absorption von destilliertem Wasser

---

[1]) Nach der russischen Originalabhandlung in den Nachrichten der Universität Kiew. Die Arbeit wurde zum Teil im Halleschen landw. Institute ausgeführt.

[2]) Durch Fr. Haberlandt (Jahresber. ü. d. Fortschr. d. Agrikulturch. v. R. Hoffmann, III. J. 1860—61, S. 68 ff.), der seine Beschleunigung bei Temperatursteigerung zu beweisen suhte, Dimitriewitsch („Wiss. pr. Unters.“ v. Fr. Haberlandt, I. B. 1875, S. 75—77), der seine Folgerung bestätigte mit der Beschränkung aber, dass letztere ohne Einfluss auf den endgültigen Wassergehalt der Samen sei, und durch van Thieghem und G. Bonnier (Bull. d. l. soc. bot. d. France, XXVII T. 1881, p. 116; der Naturforscher, 1880, No. 44, S. 412—3,— Wollnys Forschungen IV. B. 1881, § 82—83), die zu denselben Ergebnissen gekommen sind.

und von Salzlösungen,[1]) teils auch über das Verhältnis der Grösse der Samen zu deren Absorptionsfähigkeit für Wasser[2]) gelöst sind, wir uns dennoch über das Bedürfnis der keimenden Samen, trotz des beträchtlichen, bisher gewonnenen Zahlenmaterials[3]) vorläufig nicht mal eine annähernde Vorstellung zu bilden vermögen. Es hängt dies vor allem von der nicht ganz verständlichen Uneinigkeit, selbst schroffem Widerspruche zwischen den Ergebnissen der einzelnen Forschungen ab, wie es aus folgender Zusammenstellung von Zahlen zu ersehen ist, die das Bedürfnis der einzelnen Samen an Wasser, in Gewichts-Prozenten ihrer Trockensubstanz ausdrücken sollen:

	Schleiden	Fr. Haberlandt	Hoffmann	Nobbe	Knop
	%	%	%	%	%
Weizen	25	> 45	45.555	60	50
Hafer	31	> 45	59.2	—	50
Roggen	37	> 55	57.69	—	50
Mais	—	> 27	44.044	34.8	—
Erbse	85	98.5	106.813	a 96 b 71	84—100
Luzerne	—	>100	56.000	87.8	—

[1]) Dr. W. Knop, Lehmann, Dr. Sachsse, Dr. Schreiber, Dr. W. Wolf („Versuche ü. d. Aufnahme d. Mineralsalze durch Samen". Lndw. Vers.-St. VI. B. 1864, S. 81; „Der Kreislauf des Stoffs v. Dr. W. Knop), W. Detmer (Wollny's Forschungen II. B. 1878, S. 62 ff) und M. Jarius (Lndw. Vers-St. XXXII B. 1886, S. 161), weisen darauf hin, dass letztere von den Samen in geringeren Mengen absorbiert werden, als ersteres.

[2]) Durch G. Marek („Das Saatgut und dessen Einfluss auf Menge und Güte der Ernte" 1875, S. 98—99), Czaplowicz (Lndw. Vers.-St. XIX. B. 1876, S. 412 ff) und W. Detmer (Vgl. Physiol. d. Keimungsproz. 1880, S. 64; auch Journ. f. Lndw., XXVII J. S. 370), welch' letzterer die Ergebnisse seiner Untersuchungen, etwas genauer, als die beiden ersteren, dahin formuliert, dass einzelne Samen von grösserem absol. Gewichte absolut mehr, relativ aber weniger Wasser absorbieren, als leichtere und kleinere, dass aber Samen von besonders geringem absol. Gewichte die relativ geringste Wasserabsorption aufzuweisen pflegen.

[3]) Vgl. ausser den bereits genannten: Schübler (die älteste Angabe, „Unters. ü. d. spez. Gew. der Samen," Tüb. 1826, sowie auch Harz „Lndw. Samenkunde" 1885, I. B. S. 245), Schleiden („Grunds. d. wiss. Bot." 1833, II. B. S. 455—457, Schleiden u. Schmied „Encycl. d. Ntrwiss." 1850, III. B.

Abgesehen davon, flössen diese Angaben auch insofern weniger Zutrauen ein, dass die Untersuchungsmethoden selbst einer ganzen Reihe von Vorwürfen unterliegen, und besonders, weil sie (ausgenommen die sonst wenig beachtenswerten Untersuchungen von KNOP) fast unberücksichtigt lassen, dass Quellung und Keimung der Samen nicht gleichmässig erfolgen[1]), es also möglich sei, dass in Samen, die eine Wurzel von gegebener Länge entwickelt haben, das absorbierte Wasser noch zur Entwicklung einer 10—20fachen Wurzelmasse, und darüber, ausreichen könnte, aber auch umgekehrt, dass, während der eine Teil der Samen eine Wurzel von gegebener Länge entwickelt haben, die übrigen nur sehr wenig Wasser enthalten können.[1]) Die Annahme, dass die Gesamtgewichtszunahme der Samen ihrem Bedürfnisse an Wasser zum Eintritte der Keimung entspreche, würde dann zu einem grossen Fehler führen. Dasselbe gilt auch für die den gesunden beigemischten, toten Samen. Das Keimungsstadium wird von der Mehrzahl der Arbeiter unberücksichtigt gelassen. Bei der Keimung in Wasser verlieren die Samen, abgesehen davon, dass sie in abnorme Entwickelungsverhältnisse gesetzt werden, auch an Gewicht durch Auslaugung, der sich noch bei der Keimung selbst ein Verlust an Trockensubstanz durch Oxydation hinzugesellt; der Fehler wird noch dadurch vergrössert, dass die vom Samen eingebüssten Substanzen ihr Wasserab-

---

1. S. 99), FR. HABERLANDT (l. cit., auch HOFFMANN's Jahresb. VII. J. 1864, S. 109, „Allg. Lndw. Pflanzenbau“ 1880), W. SCHLAG und K. BRESSLER (FR. HABERLANDT, „Allg. L. Pfl.“ u. id. „Wiss. pr. Unters.“), R. HOFFMANN (HOFFMANN's Jahresb. VII. J. 1864, S. 108), FR. NOBBE („Hndb. d. Samenkunde 1876, S. 119), G. HABERLANDT (FR. HABERLANDT „Allg. Landw. Pfl.“), FR. SCHINDLER (WOLLNYS Forschungen, IV. B. 1881, S. 235), W. DETMER („Vergl. Physiol. d. Keimungsproz.“ S. 62; Journ. f. Landw. XXVII J. S. 118), K. MICHEL (Flora 1882. No. 34), FR. KNAUER („Der Rübensamen‘ 1885, S. 22 und 24).

[1]) Es widerspricht unseren redaktionellen Gewohnheiten, an Mitteilungen in dieser Zeitschrift kritische Betrachtungen anzuknüpfen. Auch bezüglich der obigen Behauptungen des Herrn Verfassers begnügen wir uns den freundlichen Leser auf den Abschnitt: „Der Quellprozess“ in dem „Handbuch der Samenkunde“ (1876, S. 100—132), sowie auf die in der Versuchs-Station zu Tharand von dem Assistenten Herrn E. SCHMID an einzelnen Samen ausgeführten Untersuchungen „über die Volumenveränderungen beim Quellen der Samen“ (diese Zeitschrift Bd. 36, S. 243) hinzuweisen.

F. NOBBE.

sorptionsvermögen weiterhin nicht bethätigen. Besser waren darin die Versuche umstellt, wo sich die Samen auf feuchtem Flanell oder in feuchtem Boden entwickelten, welch' letzterer andererseits durch die schwierige, selbst unmögliche Säuberung rauher Samen von den anhängenden Bodenteilchen, die Gewichtsbestimmungen bedeutend erschwert. Dabei verlieren auch die Samen einen Teil des aufgenommenen Wassers bei beginnender Keimung, infolge der dabei eintretenden Temperatursteigerung; dadurch wird nämlich die den Samen unmittelbar anliegende Atmosphäre, falls dieselbe bis dahin feucht gesättigt gewesen, bald zu einer ungesättigten, so dass sie den Samen einen Teil des absorbierten Wassers entzieht, um es nachher auf kältere Gegenstände abzusetzen; die Samen verlieren unterdessen ein neues Quantum Wasser u. s. w., eine Art Destillation, wie ich sie durch eine Reihe Versuche nachgewiesen habe. Es wurden aufgequellte, sowohl im trockenen, als auch im feuchten Zustande gewogene Samen, zwischen 2 gut angeschliffenen, dicht schliessenden Uhrgläsern, auf ein, in einem flachen Gefässe mit Wasser stehendes Gestell gebracht, und das Ganze mit einer Glasglocke bedeckt, die mit ihrem unteren Rande in das Wasser tauchte. Nach konstatierter Sättigung der Atmosphäre mit Wasserdampf wurde das obere Uhrglas mittelst eines daran befestigten Fadens, dessen freies Ende unter dem unteren Glockenrande herausragte, vom unteren herabgezogen. Der Apparat befand sich in einem, vor häufigen und schroffen Temperaturschwankungen geschützten Raume. Nach Erreichung der beim Mangel jeder weitere Wasserzufuhr grösstmöglichen Entwicklung, wurden die Samen gewogen, sowohl gleich, als auch nach dem Trocknen bei 100—105°. Durch parallele Bestimmungen wurde der Gehalt der betreffenden Samensorte an hygroskopischem Wasser und deren Verlust an Trockensubstanz bei der Quellung ermittelt. Es ergab sich, dass Samen der Linse, der weissen und der grünen Ackererbse nicht nur das gesamte, bei Verbrennungsprozessen gebildete Wasser, sondern auch einen beträchtlichen Teil des Quellungswassers verloren, weisse Ackererbse z. B. bis 22.1 % (in % ihrer Trockensubstanz), wobei parallele Bestimmungen erwiesen haben, dass die event. Versuchsfehler Dezimalteile eines % nicht überschreiten konnten.

Bei meinen Forschungen über die Wasserabsorption durch Samen habe ich mich bemüht, die Vorgänge der Quellung und

der eigentlichen Keimung zu scheiden. Was die Quellungsmethoden anbetrifft, so ist das Einweichen der Samen auf demselben Uhrglase, worauf sie nachher keimen, umständlich, lässt keine gleichmässige Verteilung des Wassers zu und wurde deshalb von mir nur für verschleimende Samen benutzt, nach vorheriger Bestimmung der zur Quellung erforderlichen Zeit; der Rest des Wassers wurde dann abgegossen, und die Samen in den oben beschriebenen Apparat gebracht. Die übrigen wurden, nach vorläufiger Bestimmung der für die Absorption des zur Keimung nötigen Wassers bei einer bestimmten Temperatur erforderlichen Zeit, in Wasser eingeweicht, wobei die Quellung sehr rasch und die Keimung vollkommen normal erfolgen, falls die Samen nur nicht zu lange im Wasser gelegen haben, die Wasserschicht darüber nicht viel mehr als 2 mm betrug, um den Luftzutritt nicht zu erschweren, seine allzu geringe Wassermenge genommen (25.0—50.0 ccm auf 1 g Samen) und dasselbe oft genug (einmal in 24 Std.) gewechselt wurde, um die Fäulnis zu verhüten, das Wasser aber auch nicht im Überfluss vorhanden war, zur Verwendung ungehörigen Auslaugung (welch' letzteren Nachteil auch fliessendes Wasser bietet).[1]) Dass bei genannten Kautelen der Verlust der Samen an Trockensubstanz beim Einweichen in Wasser die Genauigkeit der Ergebnisse nicht nachteilig beeinflusst, erwiesen meine für Wasser und feuchten Sand parallele Versuche an Weizen und Erbsen, welche Samen, nachdem sie eine aus beiden Medien ungefähr gleiche Wassermenge absorbiert hatten, im erwähnten Apparate zur Keimung gebracht wurden; besonders wurde ihr Gehalt an hygroskopischem Wasser und ihr Verlust an Trockensubstanz für beide Quellungsmethoden bestimmt und daraus der wirkliche Wassergehalt der Samen berechnet. Es ergaben sich dabei z. B. für die weisse Ackererbse folgende Mittelwerte:

Quellungsmethode	Gehalt an hygrosk. Wasser	Wasser-absorption	Auslaugung etc.	Minimum der Wasser-absorption in % der Trockensubst. derselben	Wurzellänge in cm
	in % der lufttrockenen Samen				
Feuchter Sand . .	14.3	99.1	1.7	133.7	2.3
Wasser	14.3	96.9	3.5	133.7	2.1

[1]) Bei besonders langsam und ungleichmässig quellenden Samen (gelbe Lupine, Astragalus baeticus, Erdnuss) mussten durch die Samenhülle auf beiden Flächen je 5 Einstiche mit einer Präpariernadel gemacht wurden.

Der Verlust durch Auslaugung wurde stets, nach vorläufiger Bestimmung des Gehaltes an hygroskopischem Wasser im gegebenen Materiale, an einer besonderen Samenprobe ermittelt, die erst im lufttrockenen Zustande und dann, nach der Quellung, in einem bei 100—105° C. getrockneten gewogen wurde. — Die gequollenen Samen[1]) wurden in den Apparat gebracht und dort bis zum Aufhören des Wachstums der gebildeten Würzelchen gelassen, deren Länge auch bei grösseren Samen selten 2 cm übertraf und, im Mittel genommen, das erreichte Entwickelungsstadium ausdrückte. Am besten wäre es freilich, die Versuche bei den ersten Spuren der Keimung abzubrechen, was aber nicht immer möglich ist, da 1) ihr Eintritt bei grösseren Samen vor dem Durchbruche der Samenhülle nicht abzusehen ist und 2) Quellung und Keimung, wie gesagt, ungleichmässig zu verlaufen pflegen. Die nicht zur Keimung gelangten Samen müssen ausgelesen werden, und es ist nachher eine entsprechende Korrektion einzuführen. Wäre der Einfluss individueller Verschiedenheiten der Samen kein so bedeutender, so könnte die Zuverlässigkeit meiner Methode am einfachsten durch die Übereinstimmung ihrer Ergebnisse bei verschiedenen Versuchsbedingungen dargethan werden. Inwiefern diese Übereinstimmung in günstigen Fällen zu erreichen ist — davon später; hier will ich blos den Einfluss ungünstiger Momente auf die Genauigkeit ihrer Ergebnisse darlegen. — Der Verlust der gequollenen Samen an Wasser durch Austausch zwischen der feucht gesättigten Atmosphäre der Uhrgläser und der anfangs ungesättigten im Apparate betrug nach meinen Versuchen, bei gut angeschliffenen Uhrgläsern, nur Hundertstel, resp. 1—2 Zehntel $^0/_0$ (nur in einem Falle 0,4 $^0/_0$). Wichtiger ist die Thaubildung im Apparate, mit deren Hülfe es Fr. Haberlahd[2]) sogar gelang, in einem dem meinigen analogen Apparate Samen selbst zur Keimung zu bringen, freilich bei starken täglichen Temperaturschwankungen (4—6° C) und im Verlauf von mehreren Wochen. Bei meinen Versuchen kann sie aber keinen besonderen Einfluss auf den Wassergehalt der Samen ausüben, da sich dieselben im

---

[1]) Die wenigen in Früchten eingeschlossenen Samen (Serradella etc.) keimen äusserst schwer, wenn sie nach der Quellung auf ihrer Oberfläche allzusorgfältig abgetrocknet werden, wovon ich deshalb auch Abstand genommen habe.

[2]) „Wiss. Unters.“ 1875 I B. S. 63 ff.

Innern eines ziemlich umfangreichen Apparates befinden, der Tau sich aber an den äusseren, zuerst erkaltenden Teilen absetzt. Es war auch in der That nach Übertragung des Apparates in einen um 6° C. kälteren Raum keine Gewichtszunahme an den Samen zu konstatieren. Dasselbe gilt auch für die Momente unvollkommener Sättigung der Atmosphäre im Apparate mit Wasserdampf bei jeder Steigerung der äusseren Temperatur, wie ich mich durch Versuche an destilliertem Wasser im besagten Apparate überzeugt habe. — Wird das obere Uhrglas nicht später, als eine Stunde, nach Beginn des Versuches heruntergezogen, so bleibt auch der Verlust der Samen an Wasser, das sich dann innen an den Uhrgläsern absetzt, ohne merklichen Einfluss auf die Genauigkeit der Versuche. Eine gewisse Ungenauigkeit, Dezimalteile eines % jedoch nicht überschreitend, wird auch, infolge der individuellen Verschiedenheiten der Samen, durch die Bestimmung des Verlustes an Trockensubstanz und des hygroskopischen Wassers an besonderen Samenproben bedingt, besonders bei geringer Keimkraft der Samen, oder ungleichmässiger Wasserabsorption durch dieselben. Die Korrektion wird hier durch Bestimmung des von den ungekeimten Samen absorbierten Wasser gemacht, in der eigentlich unrichtigen Annahme, dass dieselben im Apparate weder Wasser absorbiert, noch Verluste an Wasser, resp. Trockensubstanz erlitten haben. Abgesehen aber von der Fäulnis (verschimmelte Erbsen hatten binnen 4 Tagen 14,8 % an Gewicht eingebüsst), wird Trockensubstanz durch Oxydation auch von den nicht keimenden Samen verloren, und Wasser wird von denselben absorbiert oder verloren, je naeh dessen ursprünglich aufgenommener Menge; es hat z. B. die gewöhnliche Schminkbohne, die 132,3 % Wasser zur Keimung benötigt, in einem Falle, bei 39,8 % Wassergehalt, im Apparate binnen 3 Tage noch 6,2 % Wasser aufgenommen, während die grüne Ackererbse (Wasserbedürfniss 122,7 %), bei einem Gehalte von 85,4 % Wasser, daselbst binnen 4 Tagen 1,6 % davon verlor. Ein neuer Wasserverlust erfolgt bei der Trennung der ungekeimten Sameu von den gekeimten in der Luft, besonders bei kleinen Samen. Es haben z. B. vollkommen gequollene Früchte der Sonnenblume bei mittlerer Zimmertemperatur, zwischen den Uhrgläsern eingeschlossen, binnen 15 Min. 1,5 % Wasser (in % ihrer Trockensubstanz) verloren, bei geöffneten Uhrgläsern dagegen, 1,7 % bereits in 5 Minuten.

Der bezügliche Fehler verteilt sich jedoch auf die Gesamtmenge der Samen, und das Austrocknen lässt sich dadurch erringen, dass man das Auslesen in mehreren Absätzen vornimmt; später habe ich auch darauf eine Korrektion eingeführt; es stellt nämlich die Differenz zwischen dem Gesamtgewichte der eben dem Apparate entnommenen Samen und der Summe der Einzelgewichte, sowohl der gekeimten, als der ungekeimten Samen nach ihrer Trennung, den Gewichtsverlust sämtlicher Samen durch Austrocknen vor; nimmt man nun an, dass beiderlei Samen ihr Wasser gleichmässig verlieren, so lässt sich das von den ungekeimten Samen allein eingebüsste Wasser durch Verteilung dieses Gesamtverlustes im Verhältnisse der Gewichte beiderlei Samen bestimmen. Bei grösseren Samen von genügender Keimkraft und ohne allzu bedeutende individuelle Verschiedenheiten liefern wiederholte Bestimmungen des Minimums ihres Wasserbedürfnisses zur Keimnng nach geschilderter Methode ziemlich übereinstimmende Ergebnisse, z. B. für Kostromaweizen:

Versuchsnummer	Wasserabsorption	Hygroskopisches Wasser	Auslaugung u. s. w.	Minimum der Wasserabsorption in % der Trockensubstanz der Samen	Wurzellänge in mm
	in % der lufttrockenen Samen				
1	54.3	10.8	0.6	73.7	8
2	54.5	11.3	0.9	75.2	10
3	53.9	—	—	73.9	8
4	51.5	—	—	71.2	6
5	53.6	—	—	73.8	3

Um aber auch die praktische Anwendbarkeit dieser Methode darzuthun, wäre noch der Einfluss äusserer Momente auf die Grösse dieses Minimums zu untersuchen. Es würde dies 1) die Bestimmung des wirklichen Bedürfnisses der Samen an Wasser bei ihrer Entwicklung auf dem Felde ermöglichen und 2) den bei der Existenz einer solchen Abhängigkeit unvermeidlichen irrigen Folgerungen aus den Versuchen vorbeugen. Es kann die Keimung der Samen auf dem Felde bei verschiedener Temperatur, Beleuchtung, und Zusammensetzung der Bodenluft vor sich gehen. Die Grösse der Schwankungen der beiden letzten Faktoren in der oberflächlichen Bodenschicht ist wahrscheinlich unbedeutend,

obgleich es uns auch an Gründen fehlt, sie vollständig in Abrede zu stellen; anders ist es mit den Temperaturdifferenzen, von denen allein eine erhebliche Beeinflussung des rein physikalischen Quellungsprozesses zu erwarten stände. In einer gewissen Beziehung wird solcher Einflus von DIMITRIWITSCH, van THIEGHEM und BONNIER[1]) in Abrede gestellt, deren Versuche jedoch keine bestimmte Angaben gerade über das Bedürfnis der keimenden Samen an Wasser geliefert haben. Meine Untersuchungen haben zweifellos das Fehlen jedes bestimmten Einflusses der erwähnten äusseren Verhältnisse auf das Minimum dieses Bedürfnisses dargethan, so weit wenigstens diese Frage nach der angewandten Methode zu lösen ist. Es wurde beim Studium des Temperatureinflusses der mehrfach erwähnte Keimungsapparat entweder in einen Raum mit bestimmter Temp. gebracht oder in einem Trockenschranke erwärmt. Es ergaben sich für die weisse Ackererbse folgende Mittelwerte von je 2 Versuchen: für 11°C ein Wasserbedürfnis von 136 % (in % der Trockensubstanz), zur Entwickelung einer Wurzel von 2.4 cm; für 18°C von 136.8 % (Wurzellänge 2 cm); für 24°C. von 136.6% (Wl. 1.5 cm.) und für 30°C. von 135.1 % (Wl. 1.8 cm.) Es verbrauchten dieselben Samen zur Entwickelung einer Wurzel von 2 cm. im Lichte 134.9 und im Dunkeln 134.8 % Wasser. Was aber die Zusammensetzung der Atmosphäre anbetrifft, so habe ich mich zur Untersuchung ihres Einflusses einer tubulierten, vorher kalibrierten Glasglocke bedient, die an einem massiven Gestell, mit ihrer breiten, durch eine angeschliffene Glasplatte zu verschliessenden Öffnung nach oben, befestigt wurde. Durch den in den Tubus eingeführten Kork treten 2 Glasröhren, deren eine fast bis zur Glasplatte reichte, die andere aber den Kork kaum überragte. Innerhalb der Glocke befanden sich, auf einem Glasgestell, die Uhrgläser mit Samen; das obere wurde vom unteren durch dem Gesamtapparate mitgeteilte Stösse abgeworfen. Zur Einführung bestimmter Gasvolumina in den bereits beschickten Apparat wurde die untere Öffnung der kürzeren Röhre durch einen mit einem Quetschhahn versehenen Gummischlauch mit der unteren Öffnung eines trichterförmigen an demselben Stative auf und ab beweglichen Gefässes mit Wasser verbunden. Nachdem ich mit dessen Hülfe die

---

[1]) S. S. 311. Anm. 2.

Luft ungefähr zur Hälfte verdrängt hatte, verband ich die untere Öffnung der längeren Röhre mit einem CO_2-Apparate und verdrängte, unter entsprechender Verschiebung des trichterförmigen Gefässes, $^1/_5$ des in der Glocke enthaltenen Wassers mit CO_2, den Rest aber mit N_2. Wasser blieb im Apparate ca. 0.5 g nach, vollkommen hinreichend, um die feuchte Sättigung seiner Atmosphäre zu unterhalten, nicht aber um ihre Zusammensetzung durch vorwiegende Absorption von CO_2 zu beeinflussen. Nach dem Stillstande der Keimung wurde ein bestimmtes, aus dem Apparate verdrängtes Volumen seiner Atmosphäre der Gasanalyse unterzogen. Es ergab sich im Mittel: O_2 — 13.2 (Volums) % CO_2 — 9.0 %, N_2 (aus der Differenz) 77.8 %, welche Verhältnisse nur in einem an organischen Substanzen sehr reichen Boden bei günstigen Bedingungen für ihre Zersetzung vorkommen können. Parallel wurden in meinem gewöhnlichen Apparate Keimungsversuche in einer durch hineingebrachtes Alkali ihrer CO_2 vollkommen beraubten Atmosphäre angestellt. Es bedurften in letzerer Windsorbohnen im Mittel 143.8 % Wasser (in % der Trockensubstanz) zur Bildung einer Wurzel von 3 cm und in der künstlichen, CO_2 reichen 138.5 % zur Entwickelung einer Wurzel von 2.5 cm.

An die Frage über die Untersuchungsmethode schliesst sich eine andere an: ob man sich bei der Wahl des Untersuchungsmaterials auf Repräsentanten von Familien, Gattungen, Arten beschränken dürfe, oder ob sich hier die Verschiedenheiten noch weiter erstrecken, so dass man auch die verschiedenen Sorten derselben Art auf ihr Wasserbedürfnis zur Keimung zu untersuchen, oder gar den individuellen Eigenschaften der Samen hierin eine Rolle einzuräumen hätte? Die Antwort liefert Tab. S. 322, aus der ersichtlich, dass dieses Bedürfniss für verschiedene Familien weniger verschieden sein kann, als innerhalb derselben Familie (z. B. Roggen aus dem Tambow'schen Gouv. und Pferdebohne einerseits, Pferdebohne und blaue Lupine anderseits), und dass bedeutende Unterschiede zwischen den Samen auch derselben Sorte, blos verschiedener Abstammung (Roggen aus Halle, und dem Tambow'schen) obwalten können. Ja es können selbst verschiedene Individuen aus derselben Samenprobe auffallend verschiedener Wassermengen zur Keimung bedürfen, wie uns folgende Tabelle für die weisse Ackererbse lehrt, von der je 5 Samen zugleich in demselben Apparate untersucht werden.

Versuchsnummer	Wassergehalt in % der Trockensubstanz	Wurzellänge in mm	Gewicht des Samens in mg	Versuchsnummer	Wassergehalt in % der Trockensubstanz	Wurzellänge in cm	Gewicht des Samens in mg
1	123.6	2.2	480	2	132.6	2.1	305
	126.7	1.9	212		138.9	1.7	364
	129.6	2.8	361		141.7	3.2	327
	129.6	2.0	420		141.9	1.5	387
	130.9	2.6	448		150.5	2.5	290
Mittelwert	128.1	2.3	384	Mittelwert	141.1	2.2	335

Der Mittelwert für sämtliche 10 Samen: 134,6 % Wasser bei 2,2 cm Wurzellänge unterscheidet sich jedoch wenig von der bei summarischer Bestimmung erhaltenen Zahl (S. Tab. S. 322). Wir sehen auch, dass die Grösse der Samen in keinem strikten Verhältnis zu deren Bedürfnis an Wasser steht, obgleich dasselbe, im allgemeinen, für kleinere Samen auch bedeutender sei, als für die grösseren, wie es aus den Mittelwerten für je 5 Samen zu ersehen ist.

Bei meinen Forschungen über das Minimum des Wasserbedürfnisses keimender Samen, habe ich mich auf diejenigen beschränkt, für die demselben eine wichtige praktische Bedeutung bei der Auswahl eines für ihre Aussaat günstigen Momentes zukommt. Auf die Untersuchung einiger, bei uns seltenen, landwirtschaftlichen Samen, z. B. von Baumwolle, Sesam, Ricinus, Weberkarde u. m. a., musste ich aber verzichten, wegen der Unmöglichkeit, mir davon geeignete Proben zu verschaffen. Die Versuche wurden wiederholt, die meisten mehrfach, und Mittelwerte genommen, wobei ich mich, für die Wasserabsorption selbst, wegen der unvermeidlichen Versuchsfehler, besonders aber der individuellen Verschiedenheiten der Samen, mit um mehrere % von einander abweichenden Ergebnissen begnügt habe; Unterschiede von 10 % und darüber waren oft blos scheinbare, da denselben auch verschiedene Wurzellängen entsprachen. Die Endergebnisse sind in folgender Tabelle zusammengestellt:[1])

[1]) Die Angaben über das spec. und absolute Gewicht der Samen etc. teils bei eigenen Forschungen gewonnen, teils aber Fr. Haberlandt, C. Harz („Landw. Samenkunde"), u. a. entlehnt, finden später ihre Verwendung.

Samen	Quellungsdauer	Wasseraufnahme bei der Keimung in % der Trockensubstanz der Samen	Wasseraufnahme bei der Keimung in % für Samen mit 10% hygroscopischen Wassers berechnet	Wasseraufnahme durch 1 Samen in g	Wurzellänge in mm	Mittleres Gewicht 1 Samens in g, auf einen Gehalt von 10% hygr. Wassers berechnet	Specif. Gewicht der Samen
Serradella	6 Tage[1]	189.4	160.5	—	12	—	—
Esparsette	3 Tage	133.6	110.2	0.0253	13	0.023	1.1
Gelbe Lupine	18 St.[2]	169.9	142.9	0.17	19	0.122	1.3
Blaue Lupine	18 St.	179.8	151.8	0.199	20	0.131	
Wundklee	18 St.	178.3	150 5	—	8	0.0023	—
Hopfenluzerne	12 St.	162.2	136	—	4	—	—
Franz. Luzerne	12 St.	171.4	144.3	0.0019	5	0.0013	1.299
Rotklee	18 St.	172.5	145.2	0.0022	4	0.0015	1.32
Weissklee	18 St.	150.7	125.6	—	3	—	—
Kaffeestragel	18 St.[2]	186	157.4	—	9	0.032	—
Kichererbse	12 St.	140.4	116.4	—	14	0.147	—
Erdnuss	4 Tage[1][2]	96	76.4	—	1	—	—
Weisse Ackererbse	18 St.	134.9	114.4	0.397	21	0.356	1.34
Grüne Ackererbse	12 St.	122.7	100.4	0.111	24	0.111	1.38
Gew. Ackerbohne	24 St.	109.7	88.7	0.485	14	0.547	1.298
Braune Windsorbohne	18 St.	141.2	117.1	2.847	27	2.491	
Gem. Futterwicke	36 St.	126.9	104.2	0.048	6	0.046	1.32
Weisssamige Futterwicke	12 St.	114.7	93.2	0.054	1	0.058	
Sandwicke	18 St.	117.9	96.1	—	8	0.035	—
Linsenwicke	12 St.	151.1	126	—	16	—	—
Gem. Linse	18 St.	129.7	106.7	0.063	8	0.059	1.363
Gem. Platterbse	15 St.	135.8	112.2	—	18	—	—
Sojabohne	18 St.	153.4	128.1	0.218	10	0.17	1.24
Gem. Schminkbohne	18 St.	132.3	109.1	0.456	18	0.418	1.329
Feldkürbis	24 St.	82.2	64	0.196	6	0.306	0.794
Grosssamige Sonnenblume[3]	24 St.	132.6	109.3	0.076	8	0.07	1.07
Kleinsamige Sonnenblume	18 St.	101.9	81.7	0.06	6	0.074	
Ölmadie	18 St.	97.7	77.9	—	5	—	—
Cichorie	2 Tage	146.2	121.6	0.0014	9	0.0014	1.099
Hanf	2 Tage	102.4	82.2	0.0115	3	0.014	0.945
Leindotter	sehr kurz	162.4	136.2	0.0014	5	0.001	1.149
Kopfkohl (Erfurter)	36 St.	95.6	76	0.003	8	0.004	1.1
Winterraps		110.5	89.5	0.0045	5	0.005	1.134
Rübe (Bayrische grünköpfige)		83	64.7	0.001 (gelbe Bayr. Rübe)	3	0.0015 gelbe Bayr. Rübe	1.117 (g. B. R.)
Winterrübsen		109.1	88.2	0.018	8	0.002	1.143

[1] Siehe S. 316, Anm. 1.

[2] Siehe S. 315, Anm. 1.

[3] Wird in Russland als Leckerbissen gegessen, während die kleinsamige zur Ölbereitung dient.

Samen	Quellungsdauer	Wasseraufnahme bei der Keimung in % der Trockensubstanz der Samen	Wasseraufnahme bei der Keimung in % für Samen mit 10% hygroscopischen Wassers berechnet	Wasseraufnahme durch 1 Samen in g	Wurzellänge in mm	Mittleres Gewicht 1 Samens in g auf einem Gehalt von 10% hygr. Wassers berechnet	Specif. Gewicht der Samen
Senf, weisser	10 Min.	120.9	98.8	0.0046	5	0.0047	1.236
Lein	15 Min.	189.5	160.6	0.0072	10	0.0045	1.163
Kümmel [1]	2 Tage	185.3	156.8	0.0042	15	0.0027	1.17
Anis	36 St.	146	121.4	0.0066	13	0.0054	1.05
Pastinake		160.4	134.4	—	24	—	—
Mohrrübe	24 St. [2]	145.5	121	0.0014	5	0.0012	1.17
Ackerspörgel	24 St.	77	59.3	0.0006	2	0.001	1.195
Zuckerrübe	2 Tage	197.4	167.7	0.045	4	0.027	0.698
Gem. Buchweizen	24 St.	65	48.5	0.0104	12	0.0215	1.104
Chevaliergerste	36 St.	74.9	57.4	0.025	3	0.044	1.317
Roggen, a. d. TAMBOW'schen Gouv.	36 St.	97.4	77.7	0.015	2	0.0195	1.38
„ aus Preussisch-Sachsen		82.5	64.3	—	4	—	—
Kostromaweizen	36 St.	74.2	56.8	0.022	6	0.039	1.37
Hallets Pedigree-Weizen		64.1	47.7	—	3	—	—
Rauhweizen		70	53	—	2	—	—
Arnautka (Hartweizen)		72.4	55.2	0.023	2	0.041	1.37
Polnischer Weizen	36 St.	88	69.2	—	1	—	—
Spelz	12 St.	70.2	53.2	—	15	—	—
Emmer		69.7	52.7	—	12	—	—
Einkorn	24 St.	77.7	59.9	—	4	—	—
Mais, badischer	3 Tage	63.7	47.3	0.17	17	0.36	1.26
Rote Hirse	3 Tage	53	37.7	0.0024	<1	0.0065	1.179
Kolbenhirse	2 Tage	54.4	39	0.0009	2	0.0023	1.184
Potatohafer	4 Tage	95.9	76.3	0.027	15	0.036	1.16
Schwarzer Ungarischer Hafer		105.9	85.3	0.019	6	0.022	
Engl. Raygras	24 St.	81.3	63.2	0.0011	5	0.0018	1.035

Es weisen meine Ergebnisse auf ein im allgemeinen weit grösseres Wasserbedürfnis der keimenden Samen, als die der früheren Arbeiten, hin, deren Genauigkeit offenbar besonders durch die Vernachlässigung dessen gelitten hat, dass bei den ersten Spuren der Keimung in der Gesamtmasse der Samen

[1]) Sämtliche Unbelliferensamen mussten über Schwefelsäure getrocknet werden. Bemerkt sei noch, dass die Auslaugung bei denselben sehr bedeutend ist, und bei Anis 12.8% der lufttrockenen Samen erreichte.

[2]) S. S. 316 Anm. 1.

viele derselben noch zu wenig Wasser zu deren Eintritte enthielten. Am nächsten stehen sie noch denen von Fr. HABERLANDT und seiner Schüler, freilich blos für grössere Samen, die eine bedeutende Keimkraft aufzuweisen pflegen. — Die nach meiner Methode ermittelten Werte müssen, vor allem, offenbar von dem vom Embryo erreichten Entwicklungsstadium abhängen; es entsprach z. B. bei der Esparsette der Absorption von 122.2 % Wasser eine Wurzellänge von 8 mm, 135.4 % Wasser eine von 12, und 143.2 % eine von 17 mm. Abweichungen von dieser Regel sind auf Rechnung individueller Verschiedenheiten der Samen zu schieben. Da eine bestimmte Wurzellänge bei kleineren Samen einem späteren Entwickelungsstadium entspricht, als bei grösseren, so wird die Entwickelung gleichlanger Wurzeln nur bei relativ grösserer Wasseraufnahme durch die ersteren möglich, wie dies z. B. an den Leguminosen ersichtlich, wo das grösste Wasserbedürfnis vorzugsweise den kleineren Samen (z. B. Serradella) entspricht. Es wird aber dieses Bedürfnis, abgesehen von Grösse und Entwicklungsstadium, jedenfalls auch noch durch andere Momente bedingt, wie dies eine Vergleichung von in den genannten beiden Beziehungen nachstehenden Samen, z. B. der weissen Ackererbse mit dem Mais, des Kaffeestragels mit der Sandwicke und dem Kostromaweizen, des Wundklees mit dem Winterrüben u. s. w. (s. Tab. S. 322) erweist. Es wären solche Verschiedenheiten am einfachsten und natürlichsten durch die Annahme zu erklären, dass der Keimung, die nur beim Eintritte günstiger Bedingungen für die Mobilisierung gewisser Substanzen erfolgen kann, die Absorption einer bestimmten, der Imbibitionsfähigkeit sämmtlicher Samenbestandteile entsprechenden Wassermenge vorausgehen müsse. Den löslichen Samenbestandteilen, die die Wasserabsorption durch die vorwiegenden unlöslichen (infolge der ungleichen Absorptionsfähigkeit derselben für Wasser und selbst verdünnte Salzlösungen) beeinflussen könnten, die aber in den verschiedenen Samen in zu geringen und wenig variierenden Mengen enthalten sind, und den Eigentümlichkeiten der Samenorganisation kann dabei eine blos untergeordnete Rolle zukommen. Der beste Beweis für die Richtigkeit dieser Erklärung wäre die Übereinstimmung zwischen den bei direkten Keimungsversuchen erhaltenen, den aus dem Gehalte der Samen an einzelnen Stoffen und der Imbibitionsfähigkeit eines jeden derselben berechneten Zahlen. Es

sind aber dazu unsere gegenwärtige Kenntnisse unzureichend. Ebensowenig lässt sich dazu die summarische Bestimmung der Imbibitionsfähigkeit sämtlicher Samenbestandteile benutzen, da an Samenmehl die Kapillarität nicht zu eliminieren ist. Wir müssen uns daher mit dem Nachweise einer Abhängigkeit des Wasserbedürfnisses keimender Samen von deren Gehalte an besonders imbibitionsfähigen oder massenhaft darin vertretenen Stoffen begnügen. Die Hauptbestandteile der Samen: Stärke, Proteïne und Cellulose können hierbei allein von massgebendem Einflusse sein, Fette aber nur nach ihrer Umwandlung in andere Stoffe bei der Keimung selbst. Dazu kommen noch bei einigen Samen verschleimende Stoffe, die Wasser in ungeheuren Mengen absorbieren können. Sonst kommt die grösste Imbibitionsfähigkeit den Proteïnen zu; zwar ist sie für dieselben schwer zu bestimmen, da in der halbflüssigen Masse der gequollenen Eiweisse wassergefüllte kapillare Räume oder gar bedeutendere Hohlräume vorhanden sein können; es deutet aber ihre Fähigkeit selbst, relativ enorme Wassermengen zurückzuhalten, zweifellos auch auf die Grösse ihrer eigentlichen Imbibitionsfähigkeit hin. Von den Pflanzenproteïnen ist gegenwärtig die Wasserabsorption für die den Weizenkleber bildende Gruppe derselben durch H. Ritthausen bekannt. Er fand[1]) den Gehalt des feuchten Klebers an Trockensubstanz nur für die beiden N reichsten Weizensorten unter 30 %, sonst aber 31.2—37.9 % (meist 33—35 %) betragend, was 186—203 % Imbibitionswasser in % der Trockensubstanz, selten mehr oder weniger entspräche. Für meine eigenen Untersuchungen habe ich gerade den Kleber gewählt, da er sich ohne Anwendung von Reagentien gewinnen lässt. Es wurde der auf einer Handmühle zermahlene Kostromaweizen erst mit Fluss-, dann mit destilliertem Wasser gewaschen, die Kleberklümpchen vorsichtig mit den Händen ausgepresst, bis sie keine Flecke mehr auf Fliesspapier zurückliessen, zwischen Uhrgläsern gewogen, bei 100—105° getrocknet und wieder gewogen; die Ergebnisse waren denen von Ritthausen ziemlich analog; in einem Falle z. B. 178.4 Wasser in % der Trockensubstanz. Die Stärke ist auf ihre Imbibitionsfähigkeit weit eingehender studiert; es kann nach Nägeli[2]) der Wassergehalt der

[1]) „Die Eiweisskörper der Getreidearten u. s. w." 1872, S. 16.
[2]) C. Nägeli, „Die Stärkekörner" 1858, S. 51.

frischen Körner $^2/_5$—$^1/_2$, nach Payen[1]) das von der Stärke aufgenommene resp. festgehaltene Wasser 35.7 und 45 % derselben (55 resp. 82% im Verhältnis zur Trockensubstanz) betragen. Ich habe versucht, das Imbibitionsvermögen der Stärke nach einer von denen Payen's verschiedenen Methode zu bestimmen, indem ich die beim Auswachsen des Klebers erhaltene Stärke zwischen Fliesspapier abtrocknete, bis sie darauf keine Flecke mehr hinterliess. Da der von mir erhaltene Mittelwert 54,9% in % der Trockensubstanz, unvermeidlicher Versuchsfehler wegen, als zu niedrig, der von Payen aber nach 24—36 stündigem Liegenlassen nasser Stärke auf einer Gipsplatte bestimmte 82% als zu hoch anzusehen ist, so wird wohl die wirkliche Imbibitionsfähigkeit der Stärke auf ca. 70% ihrer Trockensubstanz anzuschlagen sein. Für Cellulose ist dieselbe noch schwieriger zu ermitteln, da es nahezu unmöglich ist, sie, samt den inkrustierenden Substanzen, ohne Anwendung chemischer Reagentien abzuscheiden, und die Mannigfaltigkeit in den Eigenschaften der Zellwände keine Verallgemeinerung der Ergebnisse gestattet. Es genügt aber für unsere Zwecke der von J. Sachs[2]) für die Wasseraufnahme durch Holzgefässwände aus feuchtgesättigter Atmosphäre erhaltene Wert: 32% in % der Trockensubstanz. Es wurden zwar von Godlevsky[3]) höhere Werte angegeben, z. B. 90,1—92,5% für das Holz von Prunus Mahaheb, es scheint mir aber seine Methode weniger zuverlässig zu sein.— Ist meine Annahme über die Abhängigkeit des Wasserbedürfnisses keimender Samen von deren Gehalte an Stoffen von verschiedener Imbibitionsfähigkeit richtig, so wird also, ceteris paribus, dasselbe um so grösser sein, je mehr Eiweissstoffe, und um so geringer, je mehr Stärke, bes. aber verholzte Cellulose in den Samen enthalten ist. Am besten thut man, botanisch nahestehende Samen zu vergleichen, und besonders sind dazu die Weizenarten geeignet, deren Kleber direkt auf seine Imbibitionsfähigkeit untersucht worden ist. Da einer der den N-Gehalt der Getreidearten bestimmenden Hauptfaktoren in den klimatichen Verhältnissen gegeben wird, und dasselbe bei den osteuropäischen Weizensorten ein relativ höheres ist,[4]) so muss auch der vorzugsweise in Polen und Südwestrussland gebaute Kostroma-

[1]) Ann. d. sc. nat. Juill. 1838, p. 77.
[2]) „Vorles. ü. Pflanzenphysiol.“ 1882, S. 288.
[3]) Bot. Centrbl. XXV B. 1836, S. 236.
[4]) Laskowsky. Ann. der Chem. und Pharm. CXXXV S. 346.

weizen an Eiweissstoffen reicher, als der aus England stammende, und ausserdem durch künstliche Zuchtwahl (Auswahl bes. grosser, also wohl N-ärmerer Körner) erhaltene HALLET's Pedigree Weizen; ich habe auch für ersteren durch N-bestimmung (nach KJELDAHL) einen Eiweissgehalt von 14,81 % der lufttrockenen Samen (mit 11,4 % Wasser), für letzteren aber RITTHAUSEN[1]) (an einer, wie auch die meinige, aus Deutschland stammenden Probe) einen von ca. 12 % erhalten. Es müsste also, meiner Annahme zufolge, der Kostromaweizen ein um einige Prozente grösseres Wasserbedürfnis aufweisen, wie dies auch wirklich der Fall ist. Es bewährt sich dieselbe auch für den kleinkörnigen und östlichen TAMBOW'schen Roggen im Vergleich zu dem sächsischen, und den kleinkörnigen östlichen ungarischen Hafer — zu dem Potatohafer. Da, bei den Weizenarten wenigstens, die Verminderung des Gehaltes an Eiweisssubstanzen mit einer ungefähr gleichenden Vermehrung des Stärkegehaltes einhergeht, so wird durch dieselben Data auch die das Bedürfnis an Wasser gewissermassen herabsetzende Wirkung der letzteren illustriert. Der Einfluss verholzter Cellulose lässt sich an den Spelzarten studieren, die, trotz der Kleinheit, also eines bedeutenden Eiweissgehaltes ihrer eigentlichen Körner, ein besonders geringes Wasserbedürfnis aufweisen. Sehr deutlich tritt dasselbe auch an den beiden Sonnenblumenarten hervor, die ein verschiedenes Gewichtsverhältnis zwischen Samen und Fruchthülle (47,2 : 52,8 bei der grosssamigen; 46,2 : 53,8 bei der kleinsamigen) darbieten; bedeutende Verschiedenheiten weisen darin auch die einzelnen Samenproben der grosssamigen Sonnenblume auf, wodurch der Unterschied in den Ergebnissen für die beiden von mir untersuchten relativ kleinen Proben von je 10 Früchten derselben — 141,8 und 123,5 % Wasser, — hinlänglich erklärt wird.

Es kann aber dennoch die verschiedene Imbibitionsfähigkeit von Kleber, Stärke, und Cellulose noch nicht alle Eigentümlichkeiten der Wasserabsorption durch keimende Samen erklären. Obgleich z. B. die Gerste an Proteïnstoffen und Stärke ungefähr ebenso reich, an verholzter Cellulose aber nur etwas reicher ist, als der Roggen, der Hafer aber, an Stärke- und Eiweissgehalt der Gerste nachstehend, letztere durch seinen Cellulosegehalt übertrifft, so verlangt doch der Roggen weit mehr Wasser zur Keimung, als die Gerste, und der Hafer selbst

[1]) „Die Eiweisskörper" 1872, S. 12, No. 30.

mehr, als der Roggen. Unbegreiflich bleibt auch das relativ so grosse Wasserbedürfniss der Leguminosen, welches durch ihren Reichtum an Proteïnstoffen allein, besonders in Erwägung ihres geringen Stärkegehaltes, nicht zu erklären ist. Es müssen hier die Verschiedenheiten der Imbibitionsfähigkeit innerhalb derselben Gruppe, z. B. der der Proteïne, herangezogen werden, worüber wir uns mit Hülfe des von H. Ritthausen gewonnenen, reichen Materials eine Vorstellung bilden können. Die 4 Hauptbestandteile des Weizen-Klebers: das Glutencasein, Gliadin, Mucedin und das Glutenfibrin unterscheiden sich durch ihre physikalischen Eigenschaften noch auffallender von einander, als durch ihren N-gehalt,[1]) wobei von den beiden ersten Cohäsion, Dehnbarkeit und dgl. Eigenschaften des Klebers abhangen, während die Gegenwart der letzteren beiden in umgekehrtem Sinne wirkt, so dass ein daran reicher Kleber sich nur schwierig und unvollkommen aus dem Mehle auswaschen lässt.[2]) Je nach dem relativen Gehalte des Weizens an den genannten Stoffen, können 66,8—88,1 % des Gesamteiweisses als Kleber gewonnen werden.[3]) Indem ich Ritthausen's Angaben einerseits für die Weizensorten zusammenstellte, bei denen sich weniger als 73 (im Mittel 69,7) % des Gesamteiweisses als Kleber auswaschen lassen, andererseits aber für diejenigen, bei denen die Ausbeute an Kleber mehr als 83 (im Mittel 85,5) % desselben beträgt, ergab sich für die ersteren der mittlere N-gehalt des (bei 120° getrockneten) Klebers gleich 13,86%, und der Gehalt des feuchten Klebers an Trockensubstanz gleich 34,66%; für die letzteren aber 14,26 % N und 32,01 % Trockensubstanz. Der leichter auszuscheidende und N-reichere Kleber hält also im allgemeinen mehr Wasser zurück, und es ist daraus zu schliessen, dass dem Glutencasein und Gliadin ein grösseres Imbibitionsvermögen zukomme, als dem Mucedin und Glutenfibrin. Dadurch lassen sich viele Eigentümlichkeiten des Bedürfnisses keimender Samen an Wasser erklären; es ist dasselbe z. B. für die an Eiweissstoffen relativ arme (6,94—10,31 % der lufttrockenen Körner), an Cellulose aber reiche Chevaliergerste, und den gew.

[1]) Um Missverständnissen vorzubeugen, mache ich auf das nicht immer gleiche Keimungsstadium, sowie auf die bedeutenden Grössenverschiedenheiten der Körner einzelner Weizensorten aufmerksam.

[1]) „Eiweisskörper", SS. 68, 62, 67.

[2]) Ibid. S. 51.

[3]) Ibid. S. 12—12.

Weizen ungefähr gleich, wahrscheinlich infolge des vorwiegenden Gehaltes der ersteren an Glutencasein; das geringe Wasserbedürfnis des Mais beruht, abgesehen vom niedrigen Eiweissgehalte überhaupt, auch auf dem Vorwalten des Fibrins in demselben. Der Roggen enthält vorwiegend Glutencasein, der sehr wasserbedürftige Hafer aber ein dem Legumin der Papilionaceen nahestehendes Casein; daraus wäre zu schliessen, dass das Legumin noch viel imbibitionsfähiger sei, als das Glutencasein, womit auch das hohe Wasserbedürfnis der Papilionaceen überhaupt in vollkommenem Einklange steht; die Lupinen aber und sonstige Conglutin, statt Legumin, enthaltende Papilionaceen nehmen besonders viel Wasser bei ihrer Keimung auf, woraus wir auf eine selbst die des Legumins übertreffende Imbibitionsfähigkeit des Conglutins schliessen müssen. — Zweifellos besitzt auch die Stärke, je nach der Grösse und dem Bau ihrer Körner, und die noch mannigfaltiger geartete Cellulose eine in den verschiedenen Samen nicht ganz gleiche Imbibitionsfähigkeit. Was aber die schleimgebenden Substanzen anbetrifft, so steigen sie, wegen ihres relativ geringen Gehaltes in den Samen, deren Wasserbedürfnis nicht so sehr, als es nach ihrem enormen Imbibitionsvermögen zu erwarten wäre.

Die Ergebnisse der geschilderten Untersuchungen haben mir weiterhin gestattet, zur Erforschung der Beziehungen der keimenden Samen zur Bodenfeuchtigkeit zu schreiten. In der Literatur sind darüber nur wenige Angaben zu finden. Es soll nach H. BRIEM bei einer Bodenfeuchtigkeit von 17—7 % die Keimung der Zuckerrübenknäuel rasch und normal erfolgen, sich aber nach aufwärts und abwärts von diesen Grenzen verzögern, um sowohl bei 22, als auch bei 5 % Wassergehalt des (nicht näher angegebenen) Bodens unmöglich zu werden[1]. Vielmehr Anhaltspunkte bieten uns die Forschungen über die Ausnutzung der Bodenfeuchtigkeit durch erwachsene Pflanzen, deren Ergebnisse sich auf die bereits keimenden Samen ausdehnen lassen, da letztere fast ebenso wasserdurchtränkte Gewebe enthalten, wie die unterirdischen Organe der Pflanzen. J. SACHS[2] Be-

[1]) FÜHLINGS Ldw. Ztg. X. S. 601; Organ d. Centr. Ver. f. Rübenzuckerindustrie in d. Öst.-Ung. Monarchie. 1881, S. 91. Eine analoge Arbeit von WOLKOW, aus dem Petersburger Forstinstitute, ist unveröffentlicht geblieben.

[2]) Ldw. Vers.-Stat. I. B. 1860. S. 235; „Vorles. üb. Pflanzenphysiol.“ 1882, S. 210—11.

stimmungen des Feuchtigkeitsgrades verschiedener Bodenarten, bei dem die Pflanzen auch unter den ungünstigsten Transspirationsverhältnissen zu welken anfangen, lassen keine konstante Beziehung zwischen der Wasserkapazität des Bodens und seiner unausgenützt bleibenden Feuchtigkeit erkennen; über die Hygroskopicität der von SACHS untersuchten Bodenarten fehlen uns aber direkte Angaben. Aus E. RISLERS[1]), auch sonst wenig zuverlässigen Versuchen (die auf eine ungleiche Ausnutzung der Bodenfeuchtigkeit durch verschiedene Pflanzen hinweisen sollen) lässt sich über die Eigenschaften des von ihm untersuchten Bodens überhaupt keine Vorstellung bilden. A. MAYER[2]) hat dagegen für einige seiner Bodenarten auch die Hygroskopicität ermittelt und zwar durch Absorption aus einer, zur Vermeidung der Thaubildung, mit Wasserdampf nur nahezu gesättigten Atmosphäre. Es trat bei der Erbse das Welken im Sande (max. Hygr. = 0.3 % im Verhältnis zur Trockensubstanz) bei einem Wassergehalte desselben von 1.3 %, in Sägespänen (Hygr. = 16.3 %) von 33.4—34.4 % und im Mergel (Hygr. = 1.9 %) von 4.7 % ein. Es entspricht demnach die Grenze für die Ausnutzung der Bodenfeuchtigkeit durch Pflanzen ungefähr der doppelten max. Hygroskopicität des betreffenden Bodens. Diese Folgerung wird auch durch R. HEINRICHS[3]) Ergebnisse nicht widerlegt, auf Grund deren er behauptet, dass Pflanzen dem Boden seine Feuchtigkeit zu entziehen anfangen, wenn dieselbe das $1^1/_2$fache seiner maximalen Hygroskopicität überschreitet;[4]) es sind nämlich die von ihm in feucht gesättigter Atmosphäre bestimmten Werte für die max. Hygroskopicität seiner Bodenarten als zu hoch, die aber für den Feuchtigkeitsgrad des (oberflächlich vor dem Austrocknen nicht geschützten) Bodens, als zu niedrig zu betrachten. Die von demselben Forscher für die Ausnutzung der Bodenfeuchtigkeit durch so verschiedene Pflanzen, wie Gramineen und Leguminosen, Alisma Plantago und Sanguisorba

---

[1]) Arch. d. sc. phys. et nat. XXXVI. 27; hier nach HOFFMANNS Jahresb. 1868—9, XI.—XII. S. 268—70.

[2]) FÜHLINGS Lndw. Ztg. XXIV. (Neue Folge XIII.) 1875. S. 87—97.

[3]) Lndw. Annalen d. Meckl. patr. Ver. (neueste Folge XVI. 1876, No. 45 und 46.

[4]) Was sich auch durch das Verhältnis der Bodenfeuchtigkeit zwischen den Pflanzen auf einem unter der Dürre merklich leidenden Roggenfelde (2.0—2.3 %), zur maximalen Hygroskopicität des betreff. Bodens (1.4 %) bestätigen soll. (WOLLNYS Forsch. IX. 1886, S. 271—2).

dodecandra erhaltenen, sehr nahestehenden Werte beweisen, dass hierin keine irgendwie bedeutende Verschiedenheiten obwalten. Die Versuche von A. SCHISCHKIN,[1] LIEBENBERG,[2] W. DETMER[3] sind im allgemeinen Wiederholungen derer von MAYER und haben auch analoge Ergebnisse geliefert. Aus H. HELLRIEGELS umfassenden Forschungen lässt sich nur wenig bestimmtes für die uns interessierende Frage entnehmen. Bestimmtere Data über die Ausnutzung der Bodenfeuchtigkeit durch Pflanzen kann man auch von den auf der Beobachtung ihres Welkens basierten Versuchen nicht erwarten, während darüber an keimenden Samen weit genauere Aufschlüsse zu gewinnen sind.

Das Bestehen einer bestimmten, bisher noch nicht genau erkannten Beziehung zwischen dem Minimum der von den Pflanzen auszunutzenden Bodenfeuchtigkeit und der maximalen Hygroskopicität des betreffenden Bodens liess mich eine möglichst genaue Bestimmung der letzteren anstreben. Das im lufttrockenen Boden enthaltene Wasser ist in chemisch gebundenes und hygroskopisches zu unterscheiden, wobei gegenwärtig zur Austreibung des letzteren eine Erwärmung auf 100—130° in der Trockenkammer am gebräuchlichsten ist; es kann dabei aber schon ein Teil des chemisch gebundenen Wassers z. B. aus dem sein gesamtes Wasser bereits bei 132° abgebenden Gypse und den Zeolythen entweichen. KIEW'sche Thone verlieren z. B. nach meinen Untersuchungen[2] über konz. Schwefelsäure konstant geringere Wassermengen, als in der Trockenkammer bei 120°, und zwar stehen dieselben zum chemisch gebundenen Wasser des Kaolins in einem einfachen, multiplen Verhältnisse; es wird das bei 120° auszuscheidende Wasser nicht immer oder nur sehr schwer vom Boden wieder aufgenommen, unter Verhältnissen, wo der Hinzutritt von hygroskopischem Wasser sehr leicht erfolgt, und es erleidet dabei auch die Hygroskopicität eine Veränderung (bunter Lehm). Ich habe mich daher des Trocknens über konz. Schwefelsäure (von nicht unter 80 % H_2SO_4) bedient, weil auch die Erwärmung auf weniger als 100°, sowie auch das Trocknen im luftverdünnten Raume über Schwefelsäure keine Garantie

---

[1]) Russisch 1876.
[2]) WOLLNYS Forsch. I. 1878. S. 27.
[3]) Ibid. S. 169—71.
[4]) „Beitr. z. d. naturw. Grundl. d. Ackerl." 1883. S. 526 ff.; 544.
[5]) Russisch. 1883.

vor dem Entweichen des chemisch locker gebundenen Wassers bieten. Eine noch grössere Fehlerquelle wird bei der Bestimmung der max. Hygroskopicität eines Bodens durch die beim Liegen desselben in feucht gesättigter Atmosphäre unvermeidliche Thaubildung bei Temperaturschwankungen gegeben, infolge deren beim Abbrechen der Versuche nach 1, 2, 3 u. s. w. Tagen die Ergebnisse ganz zufällig und niedrig, beim Ausdehnen derselben auf Wochen (Heinrich) dagegen zu hoch ausfallen. Bei meinen Versuchen ergab es sich, dass aus der Geringfügigkeit oder gänzlichem Fehlen fernerer Gewichtszunahme, selbst zeitweiliger Gewichtsabnahme des Bodens, noch garnicht zu folgern sei, dass die Wasserabsorption durch denselben ihre Grenze erreicht habe. Der Moment aber, wo die energische Wasseraufnahme in eine schwache übergeht, ist auch nicht immer abzusehen, weil auffallende Verschiedenheiten hierbei nicht immer zu beobachten sind. Unter Anwendung der angedeuteten 3 Methoden habe ich für die maximale Hygroskopicität des Kaolins aus Gluchow (Russland) die Zahlen 13.2 %, 12.4 % und 9.2 % (in % der Trockensubstanz) erhalten, woraus deren Willkürlichkeit zur Genüge ersichtlich ist. Hellriegel [1]) glaubte, die durch das Bethauen bedingten Schwierigkeiten dadurch zu vermeiden, dass er einen Boden, der bereits nebst hygroskopischem Wasser zum Teil auch tropfbar flüssigen Thau absorbiert hatte, abwechselnd in einen vollkommen oder relativ trockenen und einen feucht gesättigten Raum brachte; es übertrifft dabei während derselben Zeitdauer anfangs die Gewichtsabnahme des Bodens im ersteren, die Gewichtszunahme im letzteren; zuletzt stellt sich aber hierin ein Gleichgewicht ein, und es ist dann im Boden nur dasjenige Wasser enthalten, welches derselbe energisch zurückzuhalten vermag, indem er es verhältnismässig rasch aus der feucht gesättigten Atmosphäre aufnimmt, um es sehr langsam der trockenen abzugeben: dieses Wasser wird eben von Hellriegel mit dem hygroskopischen für identisch gehalten. Es weiss aber Jeder, der hierüber gearbeitet, dass auch zweifellos hygroskopisches Wasser im Exsiccator anfangs ziemlich rasch abgegeben werde, und dass andererseits selbst sehr hygroskopische Substanzen (auch in dünner Schicht ausgebreitet und nicht wie bei Hellriegel in Glasröhren liegend) einer gewissen Zeit zur Absorption des ganzen ihnen zukommenden Quantums an hygroskopischem Wasser bedürfen.

---

[1]) l. c. S. 708—717.

Ich habe mich bei der Bestimmung der max. Hygroskopicität der Bodenarten. gleich A. Mayer, einer mit Wasserdampf nur nahezu gesättigten Atmosphäre bedient, weil in einer solchen bei unbedeutenden Temperaturschwankungen keine Thaubildung erfolgt, während der Boden daraus ungefähr ebensoviel Wasser, wie aus der feucht gesättigten, absorbiert, wie ich es durch meine Versuche in Atmosphäre verschiedener Sättigung konstatiert habe. Es bestand mein Apparat aus einer auf einer angeschliffenen Glasplatte stehenden tubulierten Glasglocke, in der sich ein Gestell für die mit dem Boden beschickten Uhrgläser, ein Thermometer und ein vorher verglichenes Lambrecht'sches Polymeter (dessen Angaben nachher auf eine 100° Scala umgerechnet wurden), befanden. In die bereits beschickte Glocke wurde durch den Tubus ein feuchter Schwamm eingeführt, nach Erreichung des gewünschten Feuchtigkeitsgrades der Atmosphäre herausgenommen, wieder eingeführt, sobald derselbe infolge der Wasserabsorption durch den Boden unter das festgestellte Mass gesunken war u. s. w. bis zum Aufhören dieser Absorption. Er nahm eine lehmige Schwarzerde aus Podolien bei 90 % Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre (und 14—15°) 3.97 %, bei 93 % bis 4.15 % und bei 96 % 4.11 % Wasser auf, woraus zu ersehen, dass durch Feuchtigkeitsdifferenzen im Bereiche zwischen 90—100 % für Kulturboden keine bedeutenden Unterschiede in der Wasserabsorption bedingt werden. Für den äusserst hygroskopischen Gluchow'schen Kaolin erreichten dagegen letztere eine erhebliche Höhe selbst bei unbedeutenden Änderungen des Feuchtigkeitsgrades, so dass für besonders hygroskopische Substanzen die Feuchtigkeit im Apparate auf 95—99 % zu bringen ist.

Es kann ein trockener Same dem relativ trockenen Boden eine gewisse Wassermenge entziehen, die trotzdem für keimende, d. h. an Feuchtigkeit bereits reiche Samen vollkommen unzugänglich bleibt. Zur Ermittelung der Ausnutzungsgrenze der Bodenfeuchtigkeit durch keimende Samen habe ich deswegen an eingeweichten Samen gearbeitet, wobei ich mich in Bezug auf die zur Erreichung einer nahezu vollkommenen Quellung erforderliche Zeit, nach gewonnenen Erfahrungen (S. Tab. S. 322) richtete. Im lufttrockenen Zustande wurden blos sehr kleine, die zu ihrer Keimung erforderliche, absolut sehr geringe Wassermenge dem Boden selbst leicht entnehmende oder verschleimende und sehr rasch quellende Samen in den Boden gebracht. Ich habe Samen von sehr verschiedenem Wasserbedürfnisse und zwar

Kostromaweizen, grüne Ackererbse und Leindotter gewählt. Was den Boden anbelangt, so dienten mir als Vertreter der beiden Hauptgruppen mechanischer Bodenbestandteile reiner, feinkörniger (durch ein Sieb mit 0.5 mm Maschenseite durchgehender, von einem mit 0.25 mm Maschenseite angehaltener) Flusssand und Gluchow'scher, sehr reiner Kaolin; da der künstlich abgeschiedene Humus mit dem des Bodens vielleicht sehr wenig gemein hat, so wurde anstatt seiner die lehmige Schwarzerde aus Podolien genommen. Zuerst habe ich durch Verreiben mit Wasser Bodenproben von bestimmtem Wassergehalt hergestellt, die dann in Gläsern mit eingeriebenen Stöpseln aufbewahrt und auf ihren Wassergehalt von Zeit zu Zeit kontroliert wurden. Zu den Versuchen selbst wurden dieselben in Glaskästchen geschüttet, die Samen darin gleichmässig verteilt, die Kästchen zugedeckt und zur Vermeidung der Verdunstung in einen feucht gesättigten Raum gebracht. War der Boden relativ trocken, so wurde er von Zeit zu Zeit (gew. nach je 24 St.) umgerührt, oder, besonders wo es sich um trockene Samen handelte, erneuert, um denselben die Wasserabsorption zu erleichtern und der Notwendigkeit selbstständigerer Fortbewegung der Bodenfeuchtigkeit vorzubeugen. Die Ergebnisse waren:

(Siehe Tabelle S. 335).

Es können die Ergebnisse bezüglich des Keimungs-Stadiums der Samen für Sand und Kaolin keine absolute Geltung beanspruchen, da der Quellungsgrad der Samen nicht immer der gleiche, die Temperatur keine ganz konstante war, und weder das Umrühren, resp. Erneuerung des Bodens, noch die Untersuchung der Samen in genau bestimmten Zeiträumen vorgenommen wurden. Für den Sand lässt sich wegen der Kleinheit der Zahlen, die dieselben in eine grosse Abhängigkeit zu den unvermeidlichen Versuchsfehlern stellt, keine genaue Beziehung zwischen seiner maximalen Hygroskopicität und dem Minimum der den keimenden Samen zugänglichen Feuchtigkeit erkennen; für den Kaolin bewährte sich aber im allgemeinen die Übereinstimmung zwischen dem besagten Minimum (34—35%) und der doppelten max. Hygr. des betreffenden Bodens (ca. 16,7% bei gew. Zimmertemperatur); ebenso für die Schwarzerde, an der, als dem ersten von mir untersuchten Kulturboden, die Versuche mit möglichster Sorgfalt anstellt wurden, denn es ist $\frac{7,8}{2} = 3.9\,\%$, während ihre max. Hygr. auf 4.1% ermittelt wurde.

Bodenfeuchtigkeit in % der Trockensubstanz	Samen	
		Boden: Feiner Sand.
1.27	Kostromaweizen	Nach 2 Tagen sämtliche Körner gekeimt; Wurzel bis 6 mm.
0.59	„	Nach 3 Tagen sämtliche Körner gekeimt; Wurzel bis 9 mm.
0.24	1. „	Nach 2 Tagen sämtliche Körner gekeimt; Wurzel 2—6 mm.
0.24	2. „	Nach 2 Tagen von 10 Körnern 9 gekeimt; Wurzel 2—9 mm.
0.24	Grüne Erbse	Nach 5 Tagen 7 Samen gekeimt (Wurzeln: 3—11 mm), 2 stark gequollen, 1 verdorben.
0.15	Kostromaweizen	Nach 2 Tagen von 10 Körnern 9 gekeimt; Wurzel: Spuren bis 4 mm.
0.15	„	Nach 1 Tage sämtliche Körner gekeimt, Wurzel 1—6 mm.
0.15	Grüne Erbse	Die Keimung trat nach 19 Tagen auf, verlief langsam, aber gleichmässig.
0.15	Leindotter	Die Samen keimten
0.09 (max. Hygrosk. des Sandes bei 16° C.)	Kastromaweizen Grüne Erbse Leindotter	Es unterblieb die Keimung, die Samen verloren mit der Zeit an Gewicht durch Verdunstung.
		Boden: Gluchow'scher Kaolin.
35.4	Kostromaweizen	Nach 7 Tagen von 10 Körnern 9 gekeimt.
35.2	„	Nach 3 Tagen von 10 Körnern 9 gekeimt. (Wurzel bis 7 mm), 1 verdorben.
34.1	„	Nach 3 Tagen Spuren von Keimung, es hat sich aber bei keinem der Körner weiterhin eine Wurzel entwickelt.
		Boden: Podolische Schwarzerde.
10.4	Kostromaweizen	Nach 2 Tg. 9 Körner gekeimt, 1 verdorben.
9.4	„	Nach 3 Tagen sämtliche Körner gekeimt; Wurzel: Spuren bis 7 mm.
9.1 (2 Versuche)	„	Nach 3 Tagen sämtliche Körner gekeimt; Wurzel 2—11 mm.
8.7	„	Nach 3 Tagen sämtliche Körner gekeimt; Wurzel 2—5 mm.
8.4	„	Nach 2 Tagen zeigten 6 Körner Würzelchen von 1—2 mm; 2 Spuren Keimung; 2 waren nicht gekeimt.
7.8	„	Gleiches Resultat.
7.8	„	Nach 8 Tagen von 10 Körnern nur 6 gekeimt; Wurzel 2—4 mm.
7.3 6.6 6.6	„ „ „	Die Keimung blieb selbst nach mehreren Tagen aus; die Körner verloren an Gewicht durch Wasserabgabe.

Für die nach ihrem Wasserbedürfnis so verschiedenen Samen ergab sich, in Übereinstimmung mit R. Heinrich, eine gleiche Fähigkeit die Feuchtigkeit des Sandes auszunutzen, wie dies theoretisch auch vollkommen zu verstehen ist. Es absorbieren nämlich unter günstigen Bedingungen die einzelnen Samenbestandteile, je nach ihrer verschiedenen Imbibitionsfähigkeit auch verschiedene Wassermengen, wobei dann wahrscheinlich ihr Feuchtigkeitsgrad durch Austausch gegenseitig ausgeglichen wird; es ist dies aber nur dann möglich, wenn die Absorptionsenergie der verschiedenen Stoffe für die letzte, zu ihrer Quellung erforderliche Wassereinheit genau die gleiche ist. Dann muss aber die Energie der Wasserabsorption also auch das Vermögen, die Bodenfeuchtigkeit auszunutzen, selbst für die an Zusammensetzung verschiedensten Samen vollkommen identisch sein. Was aber die maximale Gesamtwasserkapacität der Böden anbetrifft, so unterscheidet sie sich selbst für Sand (23,8⁰/₀) und Kaolin (100⁰/₀) weniger, als die Minima des den Samen zugänglichen Wassers für dieselben 2 Bodenarten (0,14 u. 34,6 ⁰/₀) und steht also zu den letzteren in keinem bestimmten Verhältnisse. Ermittelt habe ich sie folgendermassen: es wurde in eine an dem einen Ende mit Leinwand zugebundene und gewogene Glasröhre von 1,5 cm im äusseren Durchmesser der zu untersuchende Boden, möglichst locker, 3—4 cm hoch geschüttet; der neuerdings gewogene Apparat wurde mit seinem zugebundenen Ende ungefähr 0,5 cm. tief in destilliertes Wasser getaucht, nach Durchtränkung des Bodens abermals gewogen, wieder in Wasser getaucht, u. s. w. bis zum konstanten Gewichte; war der ursprüngliche Wassergehalt des lufttrockenen Bodens bekannt, so war es auch ein leichtes die Wasserkapacität desselben in Gewichts ⁰/₀ der Trockensubstanz zu berechnen.

Es stimmt also das Minimum der durch die Samen auszunutzenden Bodenfeuchtigkeit ziemlich genau mit der verdoppelten maximalen Hygroskopicität des betreffenden Bodens überein, jedoch nicht vollkommen. Kommt hierin auch den nicht leicht zu bestimmenden Versuchsfehlern eine erhebliche Rolle zu, so ist doch nicht zu übersehen, dass das besagte Minimum von jenem Verhältnisse nicht immer in derselben Richtung abweicht. Es ist demnach anzunehmen, dass es, der Hauptsache nach, jedoch nicht ausschliesslich, von denselben Momenten abhange, von denen auch die maximale Hygroskopicität

bedingt wird, vor allem aber von der Gesamtoberfläche der Bodenteilchen. Wegen unvollkommener Übereinstimmung der diese beiden Grössen bedingenden Momente ist auch die in praktischer Hinsicht höchst wichtige Frage über die Beziehung des besagten Minimums zur Temperatur a priori nicht zu beantworten. Es ist jedoch bereits aus dem früher gesagten ersichtlich, dass bei genaueren, den Einfluss der Thaubildung ausschliessenden Bestimmungen die Unterschiede in der maximalen Hygroskopicität der Bodenarten auch für verschiedene Temperaturen geringer ausfallen werden, als dieselbe von früheren Forschern gefunden worden sind. Es wäre dann den Veränderungen derselben bei den unbedeutenden Temperaturdifferenzen im Boden während der Frühlings- und Herbstaussaaten jegliche ernstere praktische Bedeutung abzusprechen, auch wenn diese Veränderungen selbst in geradem Verhältnisse zum Minimum der den keimenden Samen zugänglichen Bodenfeuchtigkeit ständen. Es sprechen aber gegen letzteres und dafür, dass selbst Temperaturdifferenzen von 13° C einen durchaus bedeutenden Einfluss auf die Grösse des besagten Minimums ausüben, die Ergebnisse meines, zwar einzigen Versuches mit GLUCHOW'schen Kaolin, an dem, wegen seiner besonders hohen Hygroskopicität und der Ausnutzungsgrenze seiner Feuchtigkeit durch keimende Samen, alle Veränderungen der besagten Grenze unter dem Einflusse der Temperatur besonders deutlich hervortreten müssten.

Mittlere Temp. in C°	Bodenfeuchtigkeit in % d. Trockensubst.	Samen: **Kostromaweizen**
16	35,2	Nach 3 Tagen von 10 Körnern 9 gekeimt, Wurzel bis 7 mm.
29	35,7	Bereits nach 24 Stunden von 10 Körnern 6 gekeimt; Wurzel: Spuren bis 2 mm.
16	34,1	Nach 3 Tagen Spuren von Keimung; weiterhin hat sich aber bei keinem der 10 Körner die Wurzel verlängert.
29	34,1	Es war auch eine, jedoch minimale Verlängerung der Wurzel zu beobachten; — bis zu 1 mm nach 2 Tagen.

In dem Bestehen einer gewissen Abhängigkeit (wenn auch geringeren, als man es früher vorausgesetzt) der maximalen Hygroskopicität von der Temperatur und der Geringfügigkeit, oder gänzlichem Fehlen einer solchen für das Minimum der den keimenden Samen zugänglichen Bodenfeuchtigkeit, ist bereits

eine der Ursachen der unvollkommenen Übereinstimmung meiner Ergebnisse mit der Annahme einer einfachen Beziehung zwischen diesen beiden Grössen zu finden.

Da den Bodenbestandteilen, zum Teil wenigstens, zweifellos auch eine Imbibitionsfähigkeit zukommt, so muss bei der zur Keimung erforderlichen vollkommenen Sättigung des Imbibitionsvermögens der im Boden quellenden Samen unbedingt auch eine entsprechende Imbibitionssättigung des betreffenden Bodens selbst bestehen. Es kann also der Boden den keimenden Samen sein gesamtes Wasser, ausser der hygroskopischen und der Imbibitionsfeuchtigkeit, d. h. sein kapillares und, bei seiner Übersättigung mit Wasser, auch das unter gewöhnlichem hydrostatischen Drucke stehende abgeben. Wenn wir daher sehen, dass keimende Samen dem Sande beinahe all sein Wasser entziehen, so hängt dies von dessen unbedeutendem Absorptionsvermögen für Imbibitionswasser ab; bei der Schwarzerde ist dieses Vermögen bereits bedeutender entwickelt, am meisten aber von den untersuchten Bodenarten beim Kaoline. Es besteht also das den keimenden Samen zugängliche Bodenwasser aus 2 Teilen: der eine ist mit dem Imbibitionswasser sämtlicher Stoffe, die Poren zwischen ihren Teilchen besitzen, oder solche erst bei der Quellung selbst durch Auseinandertreten derselben erhalten, identisch; der andere aber, die hygroskopische Feuchtigkeit des Bodens, wird von demselben als sich auf die Oberfläche der Bodenteilchen verdichtender Wasserdampf absorbiert. Auf Grund obiger Data über das Minimum der durch keimende Samen auszunutzenden Bodenfeuchtigkeit sind beide Teile als ungefähr gleich zu betrachten. Ist dieser Schluss richtig, so muss derselbe nicht nur für den Boden, sondern für alle imbibitionsfähigen Stoffe überhaupt gültig sein; leider fehlen uns aber noch vorläufig, wegen Mangels an exakter Untersuchungsmethoden, die zu seiner Bestätigung erforderlichen Data. Vergleicht man die von mir früher ermittelten Werte für das Wasserbedürfnis des keimenden Kostromaweizens (74,2 %) und der grünen Erbse (122,7 %), die ja vor allem der Imbibitionsfähigkeit dieser Samen entsprechen müssen, mit der von mir (in einer mit Wasserdampf nur nahezu gesättigten Atmosphäre) bestimmten maximalen Hygroskopicität für dieselben: 29,4 % für den Kostromaweizen, 39,4 % für die Erbse, so ist keine Übereinstimmung der ersteren mit den verdoppelten letzteren Werten zu bemerken. Es widerspricht dies

aber keineswegs der Richtigkeit des obigen Schlusses, da die erstgenannten Zahlen nicht dem Keimungsmomente selbst entsprechen, wo die Samen wahrscheinlich nur hygroskopisches und Imbibitionswasser enthalten, und für den folglich die Geltung jenes Schlusses zu fordern wäre, sondern der Entwickelung einer Wurzel von 6 mm für den Kostromaweizen, und 24 mm für die Erbse, wobei der relative Wassergehalt, wegen der aufgetretenen Lösungen und der chemischen Umwandlungen im Samen, ein bedeutenderer sein muss.

Es ist kaum zu bezweifeln, dass die für keimende Samen gewonnenen Ergebnisse auch auf die erwachsenen Pflanzen auszudehnen sind; es muss daher der Ermittelung der maximalen Hygroskopicität der verschiedenen Bodenarten eine äusserst wichtige Rolle bei der Bestimmung der Grenze zwischen der den Pflanzen zugänglichen und unzugänglichen Bodenfeuchtigkeit zukommen, da bei der Beurteilung der Fähigkeit eines Bodens, den Pflanzen eine grössere oder geringere Menge seiner Feuchtigkeit vorzuenthalten, offenbar nicht seine maximale gesamte Wasserkapacität zu berücksichtigen ist, sondern blos die kapillare, d. h. die Differenz zwischen dieser und der Summe des hygroskopischen und Imbibitionswassers.

Das von mir bestimmte Minimum der den keimenden Samen zugänglichen Bodenfeuchtigkeit entspricht jedoch noch nicht dem Wassergehalte eines Bodens, bei dem bereits eine Aussaat zu unternehmen wäre, weil dasselbe unter den für die Samen günstigsten Bedingungen — Umrühren oder Ersatz des an Feuchtigkeit erschöpften Bodens, oder aber an bereits gequollenen und zu ihrer Keimung der Absorption eines nur unbedeutenden Wasserüberschusses bedürfenden Samen ermittelt wurde; es verbrauchen dabei die Samen nur das in ihrer Nähe befindliche Wasser, und es wird hier keine Heranbewegung desselben aus entlegenen Stellen notwendig. Anders ist es mit der Keimnng von Samen unter natürlichen Verhältnissen bestellt; hier wird der Fortbewegung des Bodenwassers allgemein eine wichtige Rolle zuerkannt, und es schiene hier die Keimung der vorher nicht aufgequellten Samen nur bei einem solchen minimalen Gehalte des Bodens an Feuchtigkeit möglich, bei dem die Fortbewegung derselben noch mit genügender Geschwindigkeit erfolgen kann. In der Literatur giebt es über dieses Minimum nur sehr wenig Angaben; es wurde bisher fast ausschliesslich

die Fortbewegung des aus einem besonderen Reservoir in den Boden gelangenden und denselben also mehr weniger vollkommen sättigenden Wassers erforscht. Für den relativ trockenen Boden liess man aber die Ansicht Schumachers[1]) gelten, derzufolge in einem mit Wasser nicht gesättigten Boden die kapillare Bewegung desselben äusserst schwach sei, eine wirkliche Wasserbewegung aber selbst vollständig unterbleibe. Gefolgert ist dies aus einem einzigen Versuche, bei dem der Wasseraustausch zwischen dem Boden von verschiedener Feuchtigkeit durch eine Scheidewand von Fliesspapier vor sich gehen, und als Beweis seines Zustandekommens — das Dunkelwerden des in lufttrockenem Zustande hellgrauen Humusbodens dienen mussten. Es wurden diese Versuche von C. Eser[2]) an einem einerseits lufttrockenen, andererseits aber mit Wasser vollkommen, auf $^2/_3$, auf $^1/_2$ und auf $^1/_3$ gesättigten Boden wiederholt. Es stieg im trockenen Boden das Wasser um so höher, je grösser der Wassergehalt des darunterliegenden, feuchteren war; bei dem, seiner halben Wasserkapacität entsprechenden Feuchtigkeitsgehalte des letzteren war aber das Steigen so minimal, dass eine Wasserbewegung von Eser nur in einem, nicht unter dieser Grenze gesättigten Boden zugelassen wird. Es hat aber Eser einen bedeutend früher veröffentlichten Versuch R. Heinrichs[3]) mit unmittelbar (in einer horizontalen Glasröhre) nebeneinanderliegender Gartenerde von verschiedener Feuchtigkeit unberücksichtigt gelassen, aus dem es sich ergiebt, dass eine merkliche Wasserbewegung in diesem Boden selbst bei einer Feuchtigkeit desselben von 12 % seiner gesamten Wasserkapacität stattfinde. Eine vollständige Ausgleichung in der Feuchtigkeit der einzelnen Bodenbezirke war aber auch nach $15^1/_2$ Monaten nicht zu beobachten. Analoge Ergebnisse folgen auch aus den Versuchen von Krocker[4]) und Liebenberg über Geschwindigkeit und Höhe des Steigens von Wasser in Glasröhren mit verschiedenen Bodenarten. Würde die Wasserbewegung im Boden wirklich bei einem seiner halben Wasserkapizität entsprechenden Wassergehalte desselben aufhören, so wäre an einer bestimmtem Stelle ein schroffer Übergang von einer Feuchtigkeit, für den Sand z. B. von 9%, zu

---

[1]) „Die Physik des Bodens" 1864, S. 100 ff.

[2]) Wollnys Forsch. VII, 1884, S. 41—42.

[3]) Landw. Ann. d. meckl. patr. Vereins 1876, No. 45, S. 355—56.

[4]) Wilda, Landw. Centralbl., 1860, Bd. I, S. 383 ff.

einer seinem lufttrockenen Zustande, oder höchstens seiner maximalen Hyproskopicität entsprechenden anzutreffen. — Ich habe zur Erforschung der Wasserbewegung in dem damit ungesättigten Boden eine Reihe Versuche in einem aus zwei 0,5 cm hohen, aneinander angepassten und angeschliffenen Glasröhrchen von 1,5 cm Durchmesser bestehenden Apparate angestellt. Die aufeinandergestellten Röhrchen passten fast vollkommen dicht in eine cylindrische Messinghülse mit niedrigem Seitenrande hinein. Das untere wurde mit Bodenproben von verschiedener, aber bestimmter Feuchtigkeit gefüllt, das obere dagegen stets mit einem trockeneren Boden von konstantem, dem Minimum seiner durch keimende Samen auszunutzenden Feuchtigkeit entsprechenden Wassergehalte beschickt; es geschah dies um den Verhältnissen, unter denen der Wiederersatz des dem Boden gerade durch keimenden Samen entzogenen Wassers erfolgt, möglichst nahe zu kommen. Auf das obere Röhrchen wurde eine kreisförmige Glasplatte gelegt und das ganze mit einem den Seitenrand der Messinghülse dicht umgreifenden, ebenfalls messingenen Deckel, der die Glasplatte an die Röhrchen fest andrückt, zugedeckt, so dass das Innere derselben einen vollkommen abgeschlossenen Raum bildete. Um aber die Verdunstung aus dem Boden vollständig auszuschliessen, wurde der Apparat in einen feucht gesättigten Raum gebracht. Es hat sich dabei folgendes ergeben.

Boden	Feuchtigkeitsgehalt im unteren Röhrchen in % der Trockensubstanz	Versuchsdauer in Tagen	Feuchtigkeitsgehalt im oberen Röhrchen in % der Trockensubstanz	
			vor dem Versuche	nach dem Versuche
Feiner Sand	6.6	1	0.14	0.64
	2.8	10	"	0.32
	"	3	"	0.19
	"	1	"	0.17
	1.03	10	"	0.09
Gluchow'scher Kaolin	42.5	10	35.7	36.5
	"	3	"	36.3
	"	1	"	36.6
	40.1	11	"	36.4
	"	3	"	36.0
	"	1	"	35.9
	38	10	35.4	35.5
	"	3	"	35.3

Boden	Feuchtigkeitsgehalt im unteren Röhrchen in % der Trockensubstanz	Versuchsdauer in Tagen	Feuchtigkeitsgehalt im oberen Röhrchen in % der Trockensubstanz	
			vor dem Versuche	nach dem Versuche
Podoliche Schwarzerde	13.5	11	7.3	7.9
	13.5	3	8.4	9.3
	13.5	1	7.3	8.2
	10.4	10	8.4	8.6
	10.4	3	8.4	8.2

Es ist daraus zu ersehen, dass im Sande eine selbst binnen einer nicht allzu langen Zeitdauer leicht zu beobachtende Wasserbewegung schon bei einem Feuchtigkeitsgehalte zwischen 2.8 % und 1.03 %, im Mittel von 1.9 % stattfinde; es macht dies 8 % seiner maximalen Wasserkapacität aus und übertrifft um 1.75 % oder um das 13fache das entsprechende absolute Minimum des den keimenden Samen zugänglichen Wassers. Für den Gluchow'schen Kaolin beträgt die untere Feuchtigkeitsgrenze für eine binnen 10 Tagen noch merkliche Wasserbewegung ca. 39 % im Verhältnis zur Trockensubstanz, d. h. ungefähr 40 % seiner maximalen Wasserkapacität, das Minimum der durch keimende Samen auszunutzenden Feuchtigkeit desselben um 4.4 % oder das 1.1fache übertreffend. Für die podolische Schwarzerde wäre diese Grenze auf 10 % im Verhältnis zur Trockensubstanz oder 13 % ihrer max. Wasserkapizität anzuschlagen; es würde dies das absolute Minimum der den keimenden Samen zugänglichen Feuchtigkeit dieses Bodens um 2.2 % oder um das 1.3fache übertreffen. Bei einfacher Zusammenstellung obiger Zahlen lässt sich an denselben fast gar nichts gemeinsames erkennen; anders gestaltet sich aber die Sache, wenn man die Werte für den minimalen kapillaren Wassergehalt der betreffenden 3 Bodenarten beim Eintritte einer merklichen Wasserbewegung in denselben, mit deren maximaler, ebenfalls kapillarer Wasserkapacität vergleicht. Für den Sand beträgt das erwähnte Minimum 7.4 % der letzteren, für den Kaolin 6.5 %, für die Schwarzerde 6.1 %, einander sehr nahestehende Werte, wenn man die blos annähernde Gültigkeit obiger Zahlen berücksichtigt. Es findet also eine regelmässige[1]) Wasserbewegung nur bei der

[1]) Eine unregelmässige kann ja auch durch Thaubildung etc. zustande kommen.

Gegenwart von kapillarem Wasser im Boden statt; obgleich dieselbe in meinen Versuchen nur dann zu beobachten war, wenn der Gehalt an letzterem 6—7 % der maximalen kapillaren Wasserkapazität erreichte, so hing dies wohl nur vom raschen Sinken der Geschwindigkeit dieser Bewegung bei abnehmendem Feuchtigkeitsgehalte des Bodens ab, infolgedessen dieselbe bei der relativ kurzen Versuchsdauer nicht zu konstatieren war.

Aus den von mir erhaltenen Zahlen lässt sich auch die annäherende Geschwindigkeit der Wasserbewegung im relativ trockenen Boden ziemlich einfach berechnen. Wir hätten uns vorzustellen, dass das Wasser aus dem feuchten in den trockenen Boden schichtweise übergehe, wobei dasselbe dem feuchteren Boden ursprünglich nur durch die nächstgelegene Schicht des trockeneren entzogen werde, bis letztere nicht ihrerseits die Fähigkeit erlangt, einen Teil der aufgenommenen Feuchtigkeit an die nächstfolgende trockene Bodenschicht abzutreten. Es tritt z. B. in der podolischen Schwarzerde eine merkliche Wasserbewegung zuerst bei einer Feuchtigkeit von 10 % auf; sind nun 2 Proben derselben von 13.5 % und 8.4 % Feuchtigkeitsgehalt mit einander in Kontakt geraten, so wird erstere ihr Wasser der nächstgelegenen Schicht des trockeneren Bodens abgeben, bis letztere eine Feuchtigkeit von 10 % erlangt haben wird; es fängt dann dieselbe ihr Wasser der folgenden Schicht abzugeben an u. s. w., so dass man im allgemeinen sagen kann, dass die Wasserbewegung unter den gegebenen Verhältnissen den, wenigstens 10 % Feuchtigkeit enthaltenden Bezirk nicht überschreiten werde. Ist nun binnen 3 Tage an die Schwarzerde von 8.4 % Feuchtigkeit, 0.9 % Wasser (in % der Trockensubstanz) übergetreten, so konnte, da dieselbe zur Erlangung einer Feuchtigkeit von 10 % 1.6 % (und nicht 0.9 %) Wasser aufzunehmen hätte, letzteres nur auf $^9/_{16}$ ihrer Gesamtdicke (0.5 cm), d. h. um ca. 3 mm vorgedrungen sein. Es hat sich also das Wasser mit einer Geschwindigkeit von 1 mm in 24 Std. fortbewegt, eigentlich etwas langsamer, denn es wurde oben eine nicht ganz richtige Zulassung gemacht, dass sämtliche an Wasser bereicherte Schichten der Schwarzerde nur 10 % Wasser enthielten, obgleich die dem feuchteren Boden zunächstgelegenen daran wohl reicher sein mussten. Für die Wasserbewegung aus einer Schwarzerde von 10.4 % Wassergehalt in eine von 8.4 % lässt sich auf dieselbe Weise eine viel geringere Geschwindigkeit und zwar von

0.06 mm in 24 Std. berechnen, und vergleicht man das langsame Vorrücken des Wassers in meinen Versuchen mit dessen raschem Steigen in mit Boden gefüllten und mit dem unteren Ende in Wasser getauchten Röhren, so ist es leicht zu erkennen, wie sehr die Geschwindigkeit dieser Bewegung von dem Feuchtigkeitsgehalte des Bodens abhängt. Zum Teil kann dieser langsame Austausch durch die für den trockenen Boden gegebene Notwendigkeit erklärt werden, einem um so grösseren Bezirke des feuchteren Bodens sein Wasser zu entziehen, je geringer der Feuchtigkeitsgrad des letzteren ist; es haben dann die Wasserteilchen, selbst wenn die Geschwindigkeit ihrer Fortbewegung im Boden für beide Fälle die gleiche wäre, aus einem trockeneren Boden eine weitere Strecke zurückzulegen, als aus einem feuchteren; dasselbe muss unter denselben Bedingungen auch für die Feuchtigkeit desjenigen Bodens gelten, wohin sich das Wasser fortbewegt; je trockener derselbe ist, um so langsamer wird darin das Wasser, ceteris paribus, vorrücken, wie dies bereits früher konstatiert worden ist.[1]) Es ist anzunehmen, dass ein im Boden keimender Same vor allem der ihm zunächst liegenden Schicht ihr Wasser entzieht und dieselbe bis zu einem, dem absoluten Ausnutzungsminimum des Bodenwassers durch Pflanzen entsprechenden Grade austrocknet; es fängt aber das Wasser aus den entlegeneren Bodenschichten bereits herbeizuströmen an, wenn dieselbe vom Samen erst um ein weniges ausgetrocknet worden ist, und es wird also die Geschwindigkeit seiner Bewegungen dabei eine grössere sein, als sie aus den Ergebnissen meiner Versuche zu berechnen ist.

Von der Erforschung des Einflusses der Temperatur auf die Geschwindigkeit der Wasserbewegung in einem damit ungesättigten Boden habe ich abgesehen, da die bereits von früheren Forschern[2]) konstatierte Beförderung dieser Bewegung durch Wärme, selbst bei grösserer Geschwindigkeit derselben, keine erhebliche ist; bei den aber für diese Bewegung ungünstigen, uns speziell interessierenden Verhältnissen der Bodenfeuchtigkeit entbehrt dieselbe schon deshalb jeglicher praktischen Bedeutung, weil, wie ich mich, früheren Forschungen zuwider, schliesslich überzeugte, der selbständigen Fortbewegung der Bodenfeuchtigkeit für die Wasserversorgung, sowohl der keimenden Samen,

---

[1]) Wollnys Forsch. VII. 1884, S. 277.

[2]) Ebenda. 1885, S. 218—20.

als auch der Pflanzen überhaupt, eine durchaus untergeordnete Rolle zukommt. Wir müssten sonst der selbstständigen Thätigkeit des keimenden Samens in dieser Beziehung eine ganz minimale Bedeutung einräumen, deren Wirkungskreis auf die demselben zunächst liegende Bodenschicht beschränken, und es wäre zu erwarten, dass bei einem kapillaren Wassergehalte des Bodens von weniger als 6—7 % seiner kapillaren Wasserkapacität keine Samen darin keimen würden. Es zeigen aber einfache Versuche, dass eine derartige Beschränkung der Wirkungssphäre keimender Samen auf die Bodenfeuchtigkeit unrichtig wäre, es fängt z. B. die grüne Erbse im Sande, bei einem Wassergehalte desselben von 1.64 %, am 3. Tage zu keimen an, Kostromaweizen ziemlich energisch schon bei einem von 0.5 % und Buchweizen bei noch geringerem; eine merkliche selbstständige Bewegung des Bodenwassers ist in allen diesen Fällen auszuschliessen, und dennoch müssen die Samen zur Absorption des zu ihrer Keimung erforderlichen Wasser die Feuchtigkeit relativ sehr bedeutender Bodenvolumina ausnutzen. Es hat z. B. der im Sande von 1.64 % Wassergehalt gekeimte Same der grünen Erbse im lufttrockenen Zustande 0.0895 g gewogen und bedurfte zu seiner Keimung, meinen Untersuchungen zufolge, 98 % dieses Gewichtes, d. h. 0.088 g Wasser. Bei dem Feuchtigkeitsgehalte des Sandes von 1.64 % und dem scheinbaren spez. Gewichte desselben von 1.484 ist zur Versorgung des Samens mit dieser Wassermenge ein Bodenvolumen (V) erforderlich, das aus der Gleichung: $\frac{V . 1.484\ (1.64-0.15)}{100} = 0.88$ (worin 1.64 — 0.15 die kapillare Bodenfeuchtigkeit darstellt) auf ca. 4 ccm zu berechnen ist. Im gequollenen Zustande hatte aber die Erbse ein Volumen von $\frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{0.0895}{1.38} + 0.88$, worin 1.38 ihr mittleres spez. Gewicht ist und der Wirklichkeit nahestehende Zulassungen gemacht worden sind, dass dieselbe eine regelmässige Kugelform besitze und dass ihr Volumen im gequollenen Zustande ihrem ursprünglichen + dem Volumen des von ihr absorbierten Wassers gleich sei. Für r ist daraus 0.33 cm zu berechnen, für die Oberfläche des Samens ($4\pi r^2$) also 1.368 qcm; damit aber bei solcher Oberfläche die Feuchtigkeit von ca. 4 ccm des umgebenden Bodens ausgenutzt werde, kann der Wirkungskreis des Samens auf die Bodenfeuchtigkeit nicht auf die demselben zunächst-

liegenden Bodenteilchen beschränkt bleiben. Wenn im Boden keine genügend rasche, selbstständige Wasserbewegung vor sich geht, so zieht der keimende Same, durch Vermittelung der ihm zunächstliegenden Wasserteilchen, auch die entlegeneren zur Bewegung hervor, ähnlich dem Fliesspapier, das durch Einsaugen des nächstgelegenen Teiles eines Tintenkleckses, die Tinte auch aus den entfernteren Teilen desselben herbeizieht. Dabei hat die sich bewegende Flüssigkeit einen gewissen Widerstand zu überwinden, der von dem einsaugenden Körper auf einer um so grösseren Entfernung überwältigt wird, je grösser seine Saugkraft ist; bei gegebener Absorptionsenergie desselben wird sich aber die Bewegung auf einen um so grösseren Umkreis ausbreiten, je geringeren Widerständen sie dabei begegnet. Ist der $^0/_0$-Gehalt des Bodens an Kapillarwasser (q), sein scheinbares spez. Gewicht ($\triangle$), sowohl das absolute (a), als auch das spez. (δ) Gewicht eines regelmässig kugelförmigen Samens, die Wassermenge (b) endlich, die dieser Same aus dem betreffenden Boden im ganzen aufzunehmen vermag, bekannt, so kann man mehr oder weniger genau auch den Wirkungsrayon dieses Samens (C) auf die Feuchtigkeit des gegebenen Bodens, d. h. den maximalen Abstand der dem Samen noch zugänglichen Wasserteilchen von seiner Oberfläche berechnen. Es ist nämlich dem im Boden quellenden Samen die Feuchtigkeit eines zwischen 2 konzentrischen Kugelflächen enthaltenen Bodenbezirkes zugänglich, deren erstere zum Radius den des gequollenen Samens hat, deren zweite aber den Radius x = r + C (d. h. gleich der Summe des letzteren und des Wirkungsrayons des Samens auf die Bodenfeuchtigkeit) besitzt. Wir haben dann:

$$\left[\frac{4}{3}\pi x^3 - \left(\frac{a}{\delta}+b\right)\right]\frac{\triangle q}{100} = b \;. \;(1) \text{ und } \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{a}{\delta} + b \;. \;\sqrt{(2)}.$$

Nach Ermittelung von x und r ergiebt sich aus deren Differenz auch das C für die gegebenen, allerdings nur ausnahmsweise vorhandenen Bedingungen. Besonders wird die Berechnung durch eine unregelmässige Form der Samen erschwert; da aber deren Grösse im Vergleich zu der ihres Wirkungskreises auf die Bodenfeuchtigkeit unbedeutend, manchmal verschwindend klein ist, so kann für dieselbe in den meisten Fällen eine regelmässige Kugelform ohne besonderen Fehler angenommen werden. Ein weiteres Hindernis für die exakte Bestimmung des C liegt in der Unmöglichkeit, die von dem Samen aus dem Boden absorbierte

Wassermenge genau zu ermitteln, wie dies aus folgender Tabelle zu ersehen ist:

Wassergehalt des Sandes in $^0/_0$ seiner Trockensubstanz	Gewicht des Erbsensamen in g	Versuchsdauer in Tagen	Wasseraufnahme durch nicht gekeimte Samen	
			in g	in $^0/_0$ der lufttrockenen Samensubstanz
0.55	0.123	1	0.034	27.6
0.55	0.137	1	0.033	24.1
0.55	0.134	2	0.062	46.2
0.55	0.115	2	0.0545	48.0
0.46	0.097	3	0.053	54.6
0.46	0.095	3	0.0535	56.3
0.46	0.095	4	0.059	62.1
0.50	0.122	5	0.0805	65.9

Die Versuche wurden in geschlossenen Präparatgläsern von hinreichender Grösse angestellt; die Ergebnisse zeigen, dass die Wasseraufnahme anfangs ziemlich rasch vor sich geht und, ihrem Hauptbetrage nach, bereits in den ersten 2 Tagen erfolgt, weiterhin aber langsamer, so dass sie offenbar selbst nach 5 Tagen ihren Abschluss noch nicht erreicht. Es ist dies 1) darauf zu beziehen, dass das Wasser aus den entlegenen Teilen der Wirkungssphäre eines Samens nur sehr langsam von demselben aufgenommen wird, 2) darauf, dass der sich bei der Wasserabsorption etwas vergrössernde Same seine Oberfläche dadurch neuen, ihm bisher unzugänglich gewesenen Teilchen des Bodenwassers nähert, und seine Wirkungssphäre auf dasselbe folglich ausdehnt, 3) endlich auf zufällige Ortsveränderungen der Feuchtigkeit aus den den Samen unzugänglichen Bodenbezirken in den denselben zugänglichen, durch Taubildung in letzterem bei Temperaturschwankungen. Nach einer gewissen Zeitdauer wird die weitere Wasserabsorption durch die Samen relativ so unbedeutend, dass von derselben für unsere Zwecke abgesehen werden kann. Wenn man nämlich die Wasseraufnahme bei obigen Versuchen einmal in 3, das andere mal aber in 4 Tagen als abgeschlossen betrachtet, und dabei selbst absichtlich die von einander am meisten abweichenden Zahlen wählt, so lassen sich nach den Formeln (1) und (2) für das C=1.1 und 1.15 cm, einander sehr nahestehende Werte berechnen.

Für die Bestimmung des C ist es wichtig, vorläufig dessen Abhängigkeit von der Temperatur zu erforschen, denn es kann, beim Fehlen einer solchen, bei den Versuchen von der letzteren abgesehen werden, und es dürfen dann die für eine gewisse Temperatur gewonnenen Ergebnisse auch für jede andere ihre Geltung beibehalten. Diesbezügliche Versuche haben mir folgendes ergeben:

Temperat. in °C.	Feuchtigkeit des Bodens in % der Trockensubstanz	Gewicht des Samens in g	Versuchsdauer in Tagen	Wasseraufnahme durch den Samen	
				in g	in % der lufttrockn. Substanz
29—35°	0.46	0.085	1	0.038	44.7
im Mittel	0.46	0.097	2	0.0515	53.1
31°	0.46	0.0915	3	0.0635	69.4

Die Ergebnisse für die mittlere Zimmertemperatur enthält Tab. S. 347. Wir sehen, dass die Wasserabsorption bei höherer Temperatur anfangs energischer vor sich gehe, was zweifellos mit dem bekannten Einflusse der Temperatur auf die Quellung der Samen zusammenhängt. Vergleichen wir aber die bei der höheren Temperatur nach 2, und bei der niedrigen nach 3 Tagen erhaltenen Werte, so finden wir sie einander sehr nahestehend. Es ist nicht zu bezweifeln, dass, wenn die Versuche mit hinreichender Genauigkeit lange genug fortgesetzt werden könnten, sich für verschiedene Temperaturen mehr weniger identische Werte ergeben würden; aber auch kürzere Versuche beweisen uns zur Genüge, dass bei zunehmender Temperatur die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme durch die Samen zwar steigt, die absolute Grösse derselben aber wesentlich unverändert bleibt. — In der folgenden Tabelle habe ich die Ergebnisse meiner Versuche an der grünen Erbse über die Abhängigkeit des C von dem Feuchtigkeitsgrade des Bodens (feiner Sand) zusammengestellt:[1])

[1]) Die für einen Sand von 0.46—0.55 % Wassergehalt enthält Tabelle S. 347.

Feuchtigkeitsgehalt des Bodens in % der Trockensubstanz	Gewicht des Samens in g	Versuchsdauer in Tagen	Wasserabsorption durch Samen		Bemerkungen
			in g	in % der lufttrockenen Samensubstanz	
0.89	0.1175	1	0.0375	31.9	Es unterblieb die Keimung
0.89	0.155	2	0.059	51.3	
0.89	0.153	3	0.085	55.5	
0.89	0.1115	5	0.0945	84.8	
1.64	0.0965	1	0.036	37.3	Es unterblieb die Keimung
1.64	0.0845	2	0.060	71.0	
1.64	0.0895	3	0.073	81.6	Der Same keimte (Wurzel 3 mm)

Es ist daraus zu ersehen, dass ein feuchter Boden dem Samen mehr Wasser liefert, als ein trockener, dass aber die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme durch die Samen mit dem Steigen des kapillaren Wassergehaltes des Bodens: 0,4 % (=0.55—0.15), 0.74 %, 1.49 %, lange nicht gleichen Schritt hält. Dann muss aber auch die Keimung der Samen bei verschiedener Feuchtigkeit des Bodens, wenn sie überhaupt möglich, binnen ungefähr derselben Frist erfolgen. Wird die Quellungsdauer auf 5 Tage beschränkt, so erhalten wir, nach (1) und (2), für Erbsensamen, in einem Sande von 0.5% Wassergehalt, das C=12 mm, bei 0.89 prozentigem aber =10 mm. Bei einem Wassergehalte des Sandes von 1.64% keimt aber die Erbse bereits am dritten Tage, wobei die dazu aufgenommene Wassermenge auf 81.6 % des lufttrockenen Samens ermittelt wurde — ein wegen der Unmöglichkeit, eine Berichtigung auf den Verlust des Samen sowohl an Wasser, als auch an Trockensubstanz, bei der Keimung einzuführen, zweifellos zu niedriger Wert; es ist demselben die für das Wasserbedürfnis der Erbse bei der Keimung durch frühere Versuche erhaltene Zahl: 98 % (der lufttrockenen Samen mit 11.1 % hygr. Wassers) vorzuziehen, wobei sich das C für den Sand von 1.64% Feuchtigkeitsgehalt, nach (1) und (2), auf 7 mm berechnen lässt. Es werden also von den keimenden Samen grössere Bezirke eines trockeneren Bodens ausgenutzt, als eines feuchteren, zweifellos infolge der unzureichenden Quellung, also grösseren Absorptionsenergie desselben

für Wasser im ersteren. Es können aber solche Verschiedenheiten nur bei so niedrigem Wassergehalte des Bodens vorkommen, bei dem die Samen ihr Wasserbedürfnis überhaupt nicht zu sättigen imstande sind; sonst ist ja die Energie der Wasserabsorption selbst für die verschiedensten Samen die gleiche, und das C unterliegt bei fernerer Zunahme der Bodenfeuchtigkeit keiner Veränderung mehr. Ein direkter Beweis für die Richtigkeit dieses Satzes ist sehr schwer zu liefern, da im feuchteren Boden die Keimung sehr weit gehen würde, wobei der Same bedeutende Verluste sowohl an Wasser, als auch an Trockensubstanz erleidet, die sich verlängernde Wurzel aber dem Samen auch das ausserhalb der unmittelbaren Wirkungssphäre desselben befindliche Wasser zugänglich macht. — Zur Erforschung der Abhängigkeit des C von den Eigenschaften verschiedener Samen habe ich parallele Versuche an grüner Erbse, Kostromaweizen und Buchweizen in feinem Sande angestellt. Die Ergebnisse für die erstere sind bereits in der Tab. S. 347 angeführt, die übrigen aber in der folgenden zusammengestellt:

Samen	Bodenfeuchtigkeit in % der Trockensubstanz	Gewicht des Samens in g	Versuchsdauer in Tagen	Wasserabsorption durch den Samen in g	Wasserabsorption durch den Samen in % der lufttrockenen Samensubst.	Bemerkungen
Kostromaweizen	0.55	0.0385	1	0.0095	24.7	Die Samen waren nicht gekeimt
	„	0.038	2	0.018	47.4	
	„	0.04	3	0.022	55.0	Erste Spuren der Keimung
	0.50	—	4	—	—	Wurzell. v. 7 cm
	„	—	5	—	—	Wurzell. v. 2 cm
Buchweizen	0.47	0.018	1	0.004	22.2	Die Samen waren nicht gekeimt
	„	0.025	2	0.0055	22.1	
	„	0.028	3	0.008	28.6	Eintritt der Keimung
	0.46	—	5	—	—	Wurzell. v. 1 cm
	„	—	6	—	—	Wnrzell. v. 3 cm
	„	—	7	—	—	Wurzell. b. 1.5 cm

Für die Erbse wurde das C bei den gegebenen Verhältnissen bereits oben auf 7 mm berechnet. Der Kostromaweizen

keimt bei $^1/_2$ prozentigem Feuchtigkeitsgehalte des Sandes bereits sehr stark und absorbiert also dabei mehr Wasser, als seinem Bedürfnisse daran zum Eintritte der Keimung entspricht; ein anderer, jedoch auch unbedeutender Fehler wird in die Berechnung des C durch die Zulassung einer regelmässigen Kugelform für dessen Körner eingeführt; dabei lässt sich das C auf 7.4 mm berechnen. Für den Buchweizen, wo die beiden erwähnten Zulassungen der Wirklichkeit bereits näher kommen, ergiebt sich ein C von 6.5 mm. Es wären somit keine irgendwie erheblichen Unterschiede in der Grösse des C für verschiedene Samen anzurechnen. — Die Abhängigkeit des C von der Bodenbeschaffenheit ist aus der Vergleichung der S. 349 für den Sand von 1.64 % Wassergehalt angeführten Werte mit den Ergebnissen meiner Versuche an der grünen Erbse im Kaoline (scheinbares spez. Gew. = 1.417) zu ersehen:

Feuchtigkeit des Kaolins in % seiner Trockensubst.	Gewicht des Samens in g	Versuchsdauer in Tagen	Wasseraufnahme für die Samen in g	Wasseraufnahme für die Samen in % der lufttrockenen Samen	Bemerkungen
39.3	0.134	1	0.102	76.1	Die Samen waren nicht gekeimt
„	0.132	2	0.113	82.5	Die Samen waren nicht gekeimt
„	0.151	3	—	—	Wurzell. v. 6 mm
„	0.1505	4	—	—	Wurzell. v. 17 mm

Angenommen, dass die Erbse bei 39.3 % Wassergehalt des Kaolins zuerst zur Keimung gelange, d. h. die von ihr aufgenommene Wassermenge von 98 % ihrer Trockensubstanz erreiche, erhalten wir für das entsprechende C 4.1 mm, während es für den Sand nach obigem 7 mm betrug. Es müssen also für das C für die eine Mittelstellung dazwischen einnehmenden Kulturboden diese Verschiedenheiten noch geringer sein, und für die gewöhnlichen wäre das C gleich $\frac{7+4}{2}$, d. h. 5.5 mm anzunehmen. Zur Kontrole dieser Annahme habe ich einen indirekten Weg eingeschlagen und zwar für die podolische Schwarzerde das q., d. h. den %-Gehalt derselben an Kapillarwasser, bei dem lufttrockene Erbsensamen darin zu keimen anfangen müssen, berechnet, indem ich in (1) Δ gleich 1.202

(dem von mir ermittelten scheinbaren spez. Gew. derselben), X aber gleich 5.5 + 3.6 cm, d. h. der Summe des eben für die Kulturböden angenommenen C und des nach (2) (aus den in der Tab. S. 322 enthaltenen Zahlen) berechneten Radius des gequollenen Erbsenkornes setzte. Für das q erhielt ich auf diese Weise 3.1 %, und da das hygroskopische + Imbibitionswasser für diese Schwarzerde 7.8% betragen, so muss sich der zum Eintritt der Keimung erforderliche Gesamtgehalt derselben an Wasser auf 10.9% belaufen. Es haben aber wiederholte Versuche gezeigt, dass lufttrockene Erbsensamen in Wirklichkeit erst bei einem etwas grösseren Feuchtigkeitsgehalte der Schwarzerde, von 10.7—11.5 % (im Mittel von 11.1%) keimen, der sich übrigens von dem berechneten nur durch Dezimalteile eines % unterscheidet.

Das von dem in einem hinreichend feuchten Boden keimenden Samen aufgenommene Wasser kann aus 2 verschiedenen Bezirken entstammen: 1) aus der unmittelbaren Wirkungssphäre des Samens auf die Bodenfeuchtigkeit, und 2) aus einem entlegeneren, dessen Feuchtigkeit in den Bereich des Samens nur bei den für die Fortbewegung des Bodenwassers günstigen Umständen gelangen kann. Man stelle sich vor, dass in einen hinreichend feuchten Boden ein grosser, sehr wasserbedürftiger Same gebracht ist, und nehme an, dass derselbe eine regelmässige Kugelform besitze und gerade so viel Wasser aufnehme, als seinem Bedürfnissen daran zum Eintritt der Keimung entspreche; wird dann der Gehalt des Bodens an Kapillarwasser, als unbekannt, durch X bezeichnet, so ergiebt sich für die Feuchtigkeit des, dem Samen zugänglichen Bodenbezirkes die Formel: $\frac{\triangle X}{100}\left[\frac{4}{3}\pi\left(\sqrt[3]{\frac{3}{4\pi}\left(\frac{a}{\delta}+b\right)}+C\right)^3-\left(\frac{a}{\delta}+b\right)\right]$ . . (3) worin $\sqrt[3]{\frac{3}{4\pi}\left(\frac{a}{\delta}+b\right)}$ — der aus (2) berechnete Radius des gequollenen Samens ist. Das aus den entlegeneren Bodenbezirken in den Samen gelangende Wasser wird aber durch $\frac{4\pi.\triangle.X.}{3.100}$ $\left[\left(\sqrt[3]{\frac{3}{4\pi}\left(\frac{a}{\delta}+b\right)}+C+vp\right)^3-\left(\sqrt[3]{\frac{3}{4\pi}\left(\frac{a}{\delta}+b\right)}+C\right)^3\right]$ . . (4) ausgedrückt, worin v die Geschwindigkeit bedeutet, mit der sich

das Wasser binnen 24 Stunden im Boden dorthin fortbewegen kann, wo letzterer bereits einigermassen vom Samen ausgetrocknet worden ist, p aber die Anzahl der Tage angiebt, binnen welcher eine solche Wasserbewegung möglich ist, vp also die Entfernung ausdrückt, aus der das Wasser in den dem unmittelbaren Einflusse des Samens zugänglichen Bodenbezirk gelangen kann. Die Summe der beiden Ausdrücke, d. h. die Gesamtmenge des vom Samen bei der Keimung aufgenommenen Wassers, muss aber gleich b sein: $\frac{\Delta . X}{100}\left[\frac{4}{3}\pi\left(\sqrt[3]{\frac{3}{4\pi}\left(\frac{a}{\delta}+b\right)}+c\right)^{3}-\left(\frac{a}{\delta}+b\right)\right]+\frac{4\pi\Delta X}{3 . 100}$
$\left[\left(\sqrt[3]{\frac{3}{4\pi}\left(\frac{a}{b}+b\right)}+c+vp\right)^{3}-\left(\sqrt[3]{\frac{3}{4\pi}\left(\frac{a}{\delta}+b\right)}+c\right)^{3}\right]=b \ldots (5).$

Für diejenigen Fälle aber, wo der quellende Same sich mit dem Wasser des ihm unmittelbar zugänglichen Bodenbezirkes begnügt, fällt die 2. Hälfte des ersten Theile der Gleichung (5) weg, und wir erhalten dann: $\frac{\Delta X}{100}\left[\frac{4}{3}\pi\sqrt[3]{\frac{3}{4\pi}\left(\frac{a}{\delta}+b\right)}+c\right)^{3}-$ $-\left(\frac{a}{b}+b\right)\Big]=b \ldots (6).$ Diese beiden Gleichungen machen es möglich, in allen Fällen diejenigc minimale Feuchtigkeit eines Bodens zu berechnen, bei der die betreffenden Samen noch zu keimen im Stande sind. Es ist daraus zu ersehen, dass verschiedene Samen in den verschiedenen Bodenarten bei verschiedenem Gehalte derselben nicht nur an Wasser überhaupt, sondern auch an Kapillarwasser im Speziellen zu keimen anfangen. Es hängt der zum Eintritte der Keimung erforderliche Wassergehalt eines Bodens vor allem vom b der vom keimenden Samen aufzunehmenden Wassermenge, und von a dem absoluten Gewichte des Samens selbst ab, da von allen veränderlichen Grössen in (5) und (6) diese beiden die beträchtlichsten Variationen aufweisen, während die in engeren Grenzen variierenden: δ (spez. Gewicht der Samen), und Δ (scheinbares spez. Gewicht des Bodens) das Minimum der zur Keimung erforderlichen Feuchtigkeit weniger beeinflussen; die anderen beiden, nur in (5) vorkommenden Variablen: v und p kommen nur ausnahmsweise zur Geltung; die übrigen Grössen sind konstant.

Es sind sämtliche in (6) vorkommende Werte leicht zu bestimmen und das besagte Minimum daraus direkt zu berechnen, besonders genau für annähernd kugelförmige Samen, während (5)

viel schwieriger anzuwenden ist, da die Geschwindigkeit der Wasserbewegung im Boden unter dem Einflusse verschiedener Bedingungen, unter anderem auch des Feuchtigkeitsgrades des Bodens, in einer bisher noch nicht näher erforschten Weise variiert. Es ist übrigens die Anwendung von (5), wie aus folgendem zu ersehen, sehr beschränkt; begnügt sich nämlich der keimende Same mit dem Wasser des demselben direkt zugänglichen Bodenbezirkes, dasselbe ganz oder nur teilweise ausnutzend, so muss Gleichung (6) entweder bestehen oder sich in eine Ungleichheit mit $>$ statt $=$ verwandeln. Da aber, wie oben nachgewiesen, eine merkliche Wasserbewegung in einem Boden beginnt, wenn dessen Gehalt an Kapillarwasser im Mittel bis 8 % d. h. ca. $^1/_{12}$ seiner maximalen kapillaren Wasserkapacität (P) ausmacht, so ist mit Recht anzunehmen, dass bei $X = \frac{P}{12}$ das Maximum des Wassergehaltes im Boden erreicht wird, bei dem die binnen kurzer Frist keimenden Samen ausschliesslich oder beinahe ausschliesslich auf die Feuchtigkeit des ihnen direkt zugänglichen Bodenbezirkes angewiesen sind; bei fernerer Zunahme des Feuchtigkeitsgrades muss bereits auch aus entlegeneren Bodenbezirken Wasser in die Samen gelangen. Ersetzt man in (6) das X durch eine ihm gleiche Grösse, so ergeben sich: $\frac{\triangle P}{1200}\left[\frac{4}{3}\pi\left(\sqrt[3]{\frac{3}{4\pi}\left(\frac{a}{\delta}+b\right)}+C\right)^3-\left(\frac{a}{\delta}+b\right)\right]-b$ $= 0 \ldots (7)$ u. $\frac{\triangle P}{1200}\left[\frac{4}{3}\pi\left(\sqrt[3]{\frac{3}{4\pi}\left(\frac{a}{\delta}+b\right)}+C\right)^3-\left(\frac{a}{\delta}+b\right)\right]-b > 0 \ldots (8).$
Sämtliche Samen, für die (7) oder (8) ihre Geltung beibehalten, sind imstande, auf Kosten der Feuchtigkeit des ihnen direkt zugänglichen Bodenbezirkes allein zu keimen; gegen die Verschiedenheiten in den Eigenschaften der Samen treten für Kulturböden mit mehr weniger konstantem C und geringen Schwankungen im scheinbaren spez. Gewicht die des Bodens selbst in den Hintergrund. Wir hätten also zur Entscheidung der Frage, in welchen Fällen man sich mit (6) begnügen könne, in (7) und (8) die wirklichen Werte für die verschiedenen Samen (Tab. S. 322) zu substituieren. Für die podolische Schwarzerde mit einem scheinbarem spez. Gew. von 1.202[1]) und die gelbe Lupine er-

[1]) Für einen der Ausnutzungsgrenze seiner Feuchtigkeit durch Samen nahestehenden Wassergehalt bestimmt, weil es dann bei Veränderungen des letzteren innerhalb der die Anwendung obiger Formeln zulassenden Grenzen sehr unbedeutend variiert.

halten wir z.B.: $\frac{1.202\times 36}{1200}\left[\frac{4\times 3.14}{3}\left(\sqrt[3]{\frac{3}{4\times 3.14}}\left(\frac{0.122}{1.3}+0.17\right)+\right.\right.$
$\left.\left.+\,0.55\right)^3-\left(\frac{0.122}{1.3}+0.17\right)\right]-0.17=0.12-0.17=-0.05<0;$
für die grüne Erbse in demselben Boden: $-0.04 < 0$; für die grosssamige Sonnenblume: $0.018 > 0$; für den Roggen (aus dem Tambow'schen Gouv.): $0.045 > 0$. Es sind also von den angeführten Samen nur diejenigen nicht imstande, in einem Boden, in dem keine selbständige Wasserbewegung möglich ist, zu keimen, die dazu absolut mehr Wasser erfordern, als die grüne Erbse; solcher giebt es offenbar nur wenige (s. Tab. S. 322). Die übrigen keimen bereits bei einem Gehalte des Bodens an kapillarem Wasser von weniger, als $^1/_{12}$ seiner kapillaren Wasserkapacität, die meisten bei einem selbst viel geringeren, dessen Minimum also nach (6) zu berechnen ist. Es haben mich Kontrolversuche gelehrt, dass dabei auch hinreichend genaue Ergebnisse zu erhalten sind, was die Richtigkeit und Zulässigkeit der Annahmen bezeugt, auf Grund derer Formel (6) aufgestellt worden ist. Der erste wurde zur Bestimmung desjenigen Wassergehaltes der podolischen Schwarzerde angestellt, bei dem die Keimung des Tambow'schen Roggens eintritt. Für diesen Fall ist nach (6) das X gleich 0.75, die Gesamtfeuchtigkeit muss als 7.8 % + 0.75 % = 8.55 % betragen. Da aber bei Versuchen mit einem feuchten Boden ein gewisser Wasserverlust unvermeidlich ist, und da sich der berechnete Wert nur auf ein bestimmtes scheinbares spez. Gew. des Bodens bezieht, so habe ich eine Schwarzerde von etwas grösserem ursprünglichen Wassergehalte und zwar von 9.6 % genommen. Die Samen keimten in 3 Tagen. Der zweite Versuch wurde an Leinsamen in einem, an organischen Stoffen armen Sandboden (max. Hygr.: 2.0 %, max. ges. Wasserkap.: 37.5 %, max. kap. Wasserkap. 33.5 %, sämtlich in % der Trockensubstanz; scheinbares spez. Gew. 1.404) angestellt. Das X ergab sich = 0.4 %, der gesamte, zur Keimung von Leinsamen erforderliche Wassergehalt des betreffenden Bodens musste sich also auf 4.4% belaufen. Zum Versuche wurde ein Boden von 5 % Wassergehalt genommen; nach 3 Tagen waren die Samen stark gequollen, nach 6 T. aber gekeimt. Formel (5), die für die wenigen, absolut mehr Wasser, als die grüne Erbse absorbierenden Samen ihre Anwendung findet, erlaubt uns gegenwärtig noch

keine einigermassen genauen Anhaltspunkte über das für die Aussaat dieser Samen erforderliche Minimum der Bodenfeuchtigkeit zu gewinnen. In praktischer Hinsicht entbehrt dies übrigens fast jeglicher Bedeutung: 1. weil es überhaupt gewagt ist, solche grosse Samen in einen relativ trockenen Boden auszusäen,[1]) 2. aber deshalb, weil die meisten derselben die grüne Erbse durch ihr Wasserbedürfnis nicht allzusehr übertreffen. Mit Hülfe der obigen Formeln und der Tab. S. 322 überzeugt man sich leicht, dass auch sehr wasserbedürftige Samen in einem ziemlich trockenen und nur wenig einer selbstständigen Bewegung fähiges Wasser enthaltenden Boden zu keimen vermögen; es kann aber nach meinen Versuchen diese Bewegung bei einem 8 % der kapillaren Wasserkapacität nicht allzusehr übertreffenden Gehalte des Bodens an Kapillarwasser nur mit sehr unbedeutender Geschwindigkeit vor sich gehen und nur dann eintreten, wenn ein gewisser Bodenbezirk durch den quellenden Samen bereits ausgetrocknet worden ist, was seinerseits auch eine gewisse Zeit erfordert. Es leuchtet daraus die unbedeutende Rolle der selbstständigen Wasserbewegung im Boden bei der Keimung selbst sehr wasserbedürftiger Samen ein, wenn letztere nur nicht rasch zu erfolgen hat. Folglich ist das Minimum der zur Keimung auch dieser Samen erforderlichen Bodenfeuchtigkeit unter vollkommener Ignorierung der selbstständigen Wasserbewegung im Boden, mit einiger Annäherung ebenfalls nach (6) zu bestimmen, wie ich dies auch durch direkte Versuche an den Samen der gewöhnlichen Ackerbohne in sandiger Schwarzerde[2]) bestätigt fand, das betreffende X wurde nach (6) auf 7.5 % berechnet; im ganzen müsste also dieser Boden, damit die Samen der Ackererbse, ohne aus entlegeneren, ihnen direkt unzugänglichen Bodenbezirken Wasser aufzunehmen, darin in kurzer Frist keimen, eine Feuchtigkeit von 14.9 % aufweisen. Ich habe aber einen Boden von 12.7 % derselben genommen; der Same war erst nach 8 Tagen gekeimt, obgleich hier bereits eine selbstständige

---

[1]) Es kann, wie aus weiterem zu ersehen, der Erfolg einer solchen Aussat durch vorläufiges Einquellen der Samen einigermassen gesichert werden.

[1]) Max. Hygrosk.: 3.7 %; max. ges. Wasserkap.: 41.5 %; max. kapillare Wasserkap.: 34.1 %, sämtlich in % der Trockensubstanz; scheinbares spez. Gew. bei lockerer Aufschüttung: 1.039; für die mit der Hand möglichst festgestampfte Erde: 1.323; mittleres spez. Gew.: 1.181.

Wasserbewegung möglich war. 2 % Wasser mehr würden aber vollkommen hinreichen, um die Keimung der Ackerbohne zu beschleunigen, indem dieselbe dadurch von solcher Bewegung unabhängig geworden wäre.

Es können obige Rechnungen nur für den Fall als ziemlich exakt gelten, wenn die Feuchtigkeit des den Samen umgebenden Bodens während der ganzen Quellungsdauer unverändert bleibt, was unter natürlichen Verhältnissen nur ausnahmsweise vorkommen kann. Durch das Einsickern von Regenwasser in den Boden können für die Keimung nur günstigere Bedingungen geschaffen werden, während die Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit einen Strich durch die Rechnung des Landwirtes machen kann. Es hängt[1]) die Verdunstung des Bodenwassers 2. von den sehr variablen und im voraus schwer zu berechnenden meteorologischen Verhältnissen ab, in betreff derer wir uns also auf die Betrachtung einzelner spezieller Fälle oder die Annahme mittlerer, resp. für die Samen selbst etwas ungünstiger Verhältnisse zu beschränken hätten, 2. aber von den Eigenschaften des Bodens selbst, besonders von dessen Wassergehalte und von der Lagerungstiefe der betreffenden Bodenschicht; die übrigen chemischen und physikalischen Eigenschaften des Bodens, die Lage zu den Himmelsgegenden etc. sind so variabel und von verhältnismässig so untergeordneter Bedeutung, dass von ihrer Betrachtung abgesehen werden kann.[2]) Es haben Fr. HABERLANDT, E. WOLLNY, F. MASURE, C. ESER u. a. nachgewiesen, dass die Wasserverdunstung aus dem Boden von dessen Feuchtigkeitsgrade abhange und bei dessen Steigen zunehme, was einerseits aus der leichteren Wasserabgabe durch die feuchteren oberflächlichen Bodenschichten, anderseits aber durch das schnellere Steigen des Wassers aus der Tiefe zu erklären ist. Enthält der Boden so wenig Wasser, dass sich dasselbe nur mit ganz unbedeutender Geschwindigkeit fortbewegen kann, wie es beim Feuchtigkeitsminimum für die Aussaat weitaus der meisten Ackersamen der Fall ist, so kann die oberflächliche Bodenschicht vollkommen austrocknen; die tieferen verdunsten dann aber ihr Wasser viel langsamer, indem

[1]) C. ESER, „Unters. ü. d. Einfl. d. phys. und chem. Eigenschaft des Bodens auf dessen Verdunstungswesen“ in WOLLNYS Forsch. VII 1884 S. 3.

[2]) Der Einfluss des Bodengefüges auf die Verdunstung wird weiter unten zur Sprache kommen.

[3]) Die Literatur ist in ESERS oben citiertem Artikel zusammengestellt.

sie es ausschliesslich durch den Austausch zwischen der Bodenluft und der Atmosphäre verlieren, der mit verschiedener, aber nicht allzu bedeutender Geschwindigkeit vor sich geht. Die absolute Grösse der Verdunstung hängt aber wesentlich von der Lagerungstiefe der betreffenden Bodenschicht ab; je tiefer die Samen untergebracht werden, um so weniger wird die Feuchtigkeit der sie enthaltenden Bodenschicht durch die Verdunstung beeinflusst. Behufs erfolgreicher Aussaat in einen möglichst trockenen Boden sind also die Samen so tief unterzubringen, wie es für ein hinreichend rasches und gleichmässiges Aufgehen gesunder Pflänzchen in genügender Anzahl nur zulässig ist. Es ist aber, zahlreichen Untersuchungen zufolge, eine irgendwie bedeutende Überdeckung nur für die allerkleinsten Samen (Tabak, Lieschgras u. dgl.) als schädlich zu erachten, deren Unterbringung mit Erfolg auf ein Andrücken an die oberflächlichste Bodenschicht, z. B. durch Walzen, beschränkt wird. Für etwas grössere Samen, wie Klee, grössere Gräsersamen, kann die Unterbringung 1.2—2.4 cm betragen, am tiefsten in leichtem sandigen Boden; für mittelgrosse (die meisten Getreidearten, Buchweizen u. s. w.) beträgt die beste Unterbringungstiefe 2.4 - 4.8 cm, für die grossen aber (Leguminosen, Mais etc.) 4,8—7,8 cm, wobei eine seichte Unterbringung innerhalb der angegebenen Grenzen im ganzen die grössten Vorteile, sowohl in Betreff des Keimens, als auch der gleichmässigen und schnellen Entwickelung der Pflanzen bietet; trockenes Wetter lässt aber eine tiefere Unterbringung, immerhin in den besagten Grenzen, vorziehen. — Da nun der quellende Same die Feuchtigkeit eines ziemlich bedeutenden umgebenden Bodenbezirkes ausnutzt, so dient auch die darunterliegende Bodenschicht, auf eine gewisse Tiefe hin, als Feuchtigkeitsreservoir für denselben. Wir hätten demnach die Verdunstung aus verschiedenen Schichten eines Bodens von geringem, meist 10% seiner kapillaren Wasserkapazität nicht übertreffendem, kapillarem Wassergehalte zu untersuchen, und zwar für die kleinsten Samen aus der oberflächlichsten, nicht über 1 cm tiefen, für die etwas grösseren bis 3 cm, die mittelgrossen bis 5 cm, für die grössten endlich einer bis 7 cm tiefen Schicht. Bisher wurde die Wasserverdunstung gewöhnlich direkt im Gesamtvolumen des genommenen Bodens bestimmt, nicht aber der Wasserverlust der einzelnen Bodenschichten; die wenigen aber sich auf letzteren beziehenden Literaturangaben erweisen

sich als ungenügend. Es sind z. B. für die von J. NESSLER[1]) untersuchten Bodenarten, sowohl die den Gehalt des Bodens an den verschiedenen Formen der Feuchtigkeit angebenden Data, als auch die meteorologischen Verhältnisse des Versuches unbekannt. Es hat bei NESSLER's Versuchen nur die oberste Schicht des Bodens, bes. des locker aufgeschütteten, viel Wasser verloren; die nur $^1/_2$—2″ tief gelegenen haben aber, nach Verlauf von 6 Wochen, so viel Feuchtigkeit noch behalten, dass darin wohl alle Samen in kurzer Zeit keimen könnten. Meine Versuche über die Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit habe ich in Zinkgefässen von 10 cm Höhe und 5 cm in der Seite der quadratischen Basis angestellt; eins derselben enthielt destilliertes Wasser, nach dessen Verdunstung man die meteorologischen Verhältnisse des Versuches beurteilen konnte; die übrigen, für den Boden bestimmten, hatten, zum Herausnehmen von Proben, in ihren Seitenwänden Öffnungen von 1 qcm, die mit Zinkkoulissen vollkommen dicht zu verschliessen waren. An der einen Seite des Gefässes entsprachen diese in einer schrägen Linie gelegenen Öffnungen dem 2., 4. und 6. cm, vom oberen Gefässrande gerechnet, an der benachbarten aber den 3., 5. und 7. Die Gefässe kamen in einen Holzkasten zu stehen, und es wurde sowohl unter den Boden, als auch zwischen die Seitenwände derselben, zur Verhütung seitlicher Erwärmung resp. Abkühlung, reichlich Watte gelegt. Das Ganze stand in einem Laboratorium mit ziemlich trockener Luft, so dass die Verdunstung, trotz des Fehlens eines stärkeren Luftzuges, ziemlich energisch vor sich ging: 4,20—4,86, im Mittel 4,54 gr destilliertes Wasser auf ca. 25 qcm Oberfläche, was der mittleren Verdunstung in Petersburg während der wärmsten Jahreszeit (Mai — August) entspricht. Es ergab sich:

(Siehe Tabelle S. 360).

Es nahm aber die Verdunstung aus den verschiedenen Bodenschichten mit der Zeit ab, offenbar infolge der abnehmenden Feuchtigkeit derselben; auf 6 cm Tiefe verdunstete selbst der poröse Sand sein Wasser ziemlich langsam; die oberflächlichen Schichten trockneten aber sehr rasch aus, wahrscheinlich bereits weniger, als in 6 Tagen. Trotz der energischen Verdunstung verlor der Sand auch auf 3 cm Tiefe nur 0,9% Wasser

---

[1]) Hier nach R. HOFFMANN's Jahresb. XVI—XVII 1873— 4. SS. 49—56.

pro Tag; es genügen also für rasch quellende und keimende Samen 2—3 % Wasser mehr, als sich nach obigen Formeln berechnen lässt, damit sie selbst bei einer Unterbringung von

Boden	Wassergehalt des Bodens in % der Trockensubstanz	Der Boden wurde entnommen, aus einer Tiefe von 3 cm	6 cm
Feiner Sand	Am Anfang des Versuches	4.4	4.4
	Nach 3 Tagen	1.7	3.1
	Nach 6 Tagen	0.03	2.6
	Wasserverlust des Bodens in % seiner Trockensubstanz		
	In den ersten 3 Tagen	2 7	1.3
	pro Tag	9.0	0.4
	In den folgenden 3 Tagen	1.7	0.5
	pro Tag	0.6	0.2
Sandige Schwarzerde aus dem Poltawa'schen Gouv., dicht aufeschüttet	Wassergehalt des Bodens in % seiner Trockensubstanz		
	Am Anfang des Versuches	10.1	10.1
	Nach 3 Tagen	6.8	9.2
	Nach 8 Tagen	3.6	7.6
	Wasserverlust in % der Trockensubstanz		
	In den ersten 3 Tagen	3.3	0.9
	pro Tag	1.1	0.3
	In den folgenden 3 Tagen	3.3	1.6
	pro Tag	0.7	0.3

nicht über 2—3 cm keimen können. Zur Keimung der eine seichtere Unterbringung erfordernden Samen müsste natürlich der Sand bereits mehr Wasser enthalten; für die kleinsten, fast

gar keine Überdeckung vertragenden Samen ist aber, bei energischer Verdunstung, ein sehr bedeutender kapillarer Wassergehalt erforderlich, damit eine rasche Wasserbewegung aus der Tiefe gegen die Oberfläche stattfinden könne; oder es müsste bei der Aussaat solcher Samen auf Regen zu rechen sein. Für mittelgrosse und grosse, 5—7 cm tief unterzubringende Samen, wo selbst der Sand auch bei energischer Verdunstung nur 0,42—0,°/₀ Wasser verliert, müsste der Wassergehalt des Bodens das nach obigen Formeln zu berechnende Minimum wohl nur um 1°/₀ übertreffen. Für die Schwarerde hat sich die Verdunstung aus den oberflächlichen Schichten, trotz der geringeren Porosität, bedeutender erwiesen, als beim Sande, offenbar wegen ihres grösseren ursprünglichen Wassergehaltes; es war allerdings fast das Gesamtwasser des Sandes (4,4°/₀) kapillarer Natur, während die Schwarzerde blos 10,1—7,4 = 2,7°/₀ daran besass; es kommt aber bei der Verdunstung der einzelnen Formen der Feuchtigkeit wohl nicht die Rolle zu, die für dieselben bei der Ausnutzung der Bodenfeuchtigkeit durch Pflanzen nachgewiesen worden ist. Es wird also durch die Verdunstung des Bodenwassers die Geltung obiger Formeln im allgemeinen nicht aufgehoben, und es ist die betreffende Korrektion vollkommen genau zu berechnen, wenn für den gegebenen Fall die entsprechenden Eigenschaften des Bodens und die lokalen meteorologischen Verhältnisse bekannt sind.

Nebst der Verdunstung kommt hier, in zweiter Linie, die Taubildung in Betracht. Es wird der Tau vom Boden, besonders bei hoher Imbibitionsfähigkeit und kapillarer Wasserkapacität desselben, sehr energisch aufgenommen und festgehalten; es hat z. B. bei einem meiner obenerwähnten Versuche (S. 332), als im Apparate, infolge von Temperaturschwankungen, eine reichliche Taubildung erfolgte, der lufttrockene Kaolin mit 5,1°/₀ Wasser, nach 35,6°/₀ davon, d. h. ca. 9°/₀ kapillare Feuchtigkeit, ausser dem hygroskopischen und Imbibitionswasser aufgenommen, so dass er bereits einigermassen zu kneten war; ein analoger Versuch mit der Schwarzerde wies eine, wenn auch geringere, Tauabsorption auch durch Kulturböden nach. Der Quellen für die Taubildung im Boden kann man sich zwei denken: 1. die atmosphärische Feuchtigkeit, die sich auf der Bodenoberfläche, ebenso wie auch auf anderen Gegenständen, beim Sinken der Temperatur absetzt, wozu aber ein besonderer Reichtum der

Atmosphäre an Wasserdampf, oder eine bedeutende Abkühlung wenigstens der dem Boden anliegenden Luftschicht erforderlich ist, abgesehen schon davon, dass die betaute oberflächliche Bodenschicht beim Eintritte der für die Verdunstung günstigen Bedingungen wieder austrocknet, 2. aber die Feuchtigkeit der Bodenluft selbst, die gewöhnlich feucht gesättigt ist, wenn nur kein allzu rascher Austausch zwischen ihr und der Atmosphäre stattfindet und der Boden mehr Wasser enthält, als seiner maximalen Hygrokopizität entspricht. Beides ist in den tieferen Bodenschichten anzutreffen, und sind dieselben wärmer, als die höher gelegenen, wie es wegen der wenigen schroffen Temperaturschwankungen in der Tiefe Abends und Nachts der Fall zu sein pflegt, so wird die in den tieferen Bodenschichten mit Wasserdampf gesättigte Bodenluft denselben in den oberflächlicheren als Tau absetzen. Es kann aber der kapillare Wasservorrat der oberflächlichen Bodenschichten auf Kosten des Imbibitionswassers der tiefergelegenen zunehmen, so dass Wasser, das an der einen Stelle unfähig wäre, den Pflanzen als Feuchtigkeitsquelle zu dienen, an einer anderen dazu fähig wird, indem es, unter dem Einflusse so zu sagen innerer Vorgänge im Boden, in eine andere Form übergeht. Es ist die Bedeutung dieser Vorgänge für die Keimung von Samen so evident, dass meine bezüglichen Versuche ausschliesslich als demonstrativ zu gelten hatten.

Es gilt für viele Samen (bes. die langsam quellenden, wie Mohrrübe, Mais etc. und zum Nachsäen auf kahlgebliebene Stellen), als sehr nützlich, für die Zuckerrübe in manchen Wirtschaften selbst als unentbehrlich, die Samen vor der Aussaat einzuquellen. Nach Fr. Haberlandt[1]) ist der Hauptzweck beim Einquellen die Beschleunigung des Quellungsprozesses, der sich in einem nicht hinreichend feuchten Boden, bes. für sehr wasserbedürftige Samen, in die Länge ziehen soll. Es wurde aber bereits nachgewiesen, dass die Quellung auch in sehr trockenem Boden mit ihrer gewohnten Geschwindigkeit erfolge (bei einer für die betreffenden Samen unzureichenden Feuchtigkeit desselben natürlich nur bis zu einer gewissen Grenze). Es wird also bei der Aussaat von vorläufig eingequellten Samen nur die Zeit gewonnen, deren dieselben bei den gegebenen Bedingungen zur Quellung im Boden bedürfen würden, und die selbst für die langsam quellenden Samen zu kurz ist, um die oft zu beobachtende günstige Wirkung des Einquellens befriedigend zu er-

[1]) Allg. Landw. Pflanzenkunde.

klären. Dass lufttrockene Samen zur Keimung mehr Wasser bedürfen, als die vorher eingequellten, kann nur bei trockenem Boden und Wetter in Betracht kommen und auch dann in beschränktem Masse, da die Ackersamen, die besonders grossen ausgenommen, sich bei ihrer Quellung mit dem unbedeutendsten kapillaren Wassergehalte des Bodens begnügen, so dass ein grosser Unterschied zwischen den Minima der zur Keimung erforderlichen Bodenfeuchtigkeit für lufttrockene und bereits gequollene Samen gar nicht besteht. Wenn man dazu noch die Möglichkeit einer raschen Veränderung in der Feuchtigkeit des Bodens durch Verdunstung berücksichtigt, so ist dem Einquellen der meisten Samen von dem besagten Standpunkte aus eine allgemeine praktische Bedeutung abzusprechen. Für die weniger grossen, zur Keimung absolut viel Wasser erfordernden Samen kann natürlich die Entwickelung in einem relativ trockenen Boden durch vorläufiges Einquellen bedeutend beschleunigt werden, wie es durch folgenden Versuch demonstriert wird: in einen, an organischen Resten armen Sandboden mit 5.8 % Wassergehalt wurden die Samen der gelben Lupine ausgesät, die darin nach (6) zur Keimung 3.6 % Kapillarwasser und einen Gesamtwassergehalt von 7.6 % erfordern. Lufttrockene Samen konnten also darin nicht keimen, wie ich mich auch durch einen Kontrolversuch überzeugt habe. Vorläufig (s. S. 315, Anm. 1) eingequellte (die Wasserabsorption betrug 77.6 %) keimten darin aber nach 3 Tagen (Wurzel bis 1.2 cm), obgleich sie dazu noch ziemlich viel Wasser aufzunehmen hatten. Solche grosse und langsam quellende Samen giebt es aber nur wenig und eine übermässige Trockenheit des Bodens kommt in Verbindung mit der des Wetters nicht oft genug vor, als dass man dem Einquellen vor der Aussaat für die Sicherung des rechtzeitigen Aufgehens der Saaten eine ernste allgemeine Bedeutung einzuräumen hätte, und es ist die allgemeine, durch die äusserst exakten Versuche von E. Wollny[1]) und C. Krauss[2]) rechtfertigte Anerkennung seiner günstigen Wirkung auf die Höhe des Ertrags durch andere Umstände zu erklären. Werden nämlich die eingequellten Samen wieder getrocknet und dann mit ausgesäet, so übertrifft die Ernte nicht selten selbst den Ertrag der noch im feuchten Zustande ausgesäten Samen, und es ist also die günstige Wirkung des Einquellens nicht dem Wasser an und für sich, sondern

[1]) Wollny, „Saat und Pflege". S. 288—291.
[2]) Ibid,, auch Wollnys Forsch. III. Bd. 1886, S. 285.

den dabei stattfindenden und wahrscheinlich den gesamten embryonalen Organismus wesentlich verändernden physiologischen Prozessen zuzuschreiben. Es ist also die praktische Bedeutung des Einquellens kaum so hoch anzuschlagen, als wenn es thatsächlich ein rechtzeitiges Aufgehen der Saaten sichern würde. Zur Regulierung der Pflanzenentwicklung besitzen wir indessen auch andere, zum Teil viel bequemere Mittel, während das Einquellen, wofür noch kein zuverlässiges Verfahren ausgearbeitet worden ist, bei ungeschickter Ausführung nur Schaden bringen kann. In der ungeheueren Mehrzahl der Fälle ist dasselbe abzuraten, die ausgenommen, wo es sich um die Aussaat sehr schwer keimender, oder zur Quellung absolut viel Wasser bedürfender Samen in einen trockenen Boden, bei einem keine bedeutenden atmosphärischen Niederschläge verheissenden Wetter handelt.

Unter den mechanischen Bearbeitungsmethoden giebt es auch solche, die den ausgesäeten Samen die Absorption des zur Keimung erforderlichen Wassers erleichtern, wobei aber die praktischen Landwirte, manchmal auch die Wissenschaft, sich von deren Bedeutung keine klare Rechenschaft geben, oft selbst übersehen, dass dieselben auch beim Quellungsprozesse eine gewisse Rolle spielen. Die günstige Wirkung des Walzens der Saaten[1]) wird z. B. darauf zurückgeführt, dass 1. die Wasserbewegung aus den tieferen Bodenschichten gegen die oberflächlichen durch Verwandlung vieler nichtkapillarer Zwischenräume in kapillare befördert, 2. den Samen die Ausnutzung des im anliegenden Bodenbezirke enthaltenen Wassers erleichtert. Es ist aber leicht einzusehen, dass 1. fast jeglicher praktischer Bedeutung entbehrt, da eine rasche Wasserbewegung nur bei bedeutender Feuchtigkeit des Bodens möglich ist; dann keimen aber selbst die wasserbedürftigsten Samen auf Kosten der Feuchtigkeit des ihnen direkt zugänglichen Bodenbezirkes und bedürfen folglich der Wasserströmung aus der Tiefe nicht; in den Fällen aber, wo die Samen einer solchen bedürften, ist dieselbe unmöglich. Nur in einem Falle, auf den auch E. Wollny hinweist,[2]) kann dieses Steigen von Nutzen sein und zwar für langsam quellende und zugleich sehr kleine Samen, die also keine irgendwie bedeutende Überdeckung vertragen und folglich in die oberfläch-

[1]) S. Fr. Haberlandt, „Allg. Landw. Pflanzenkunde“.

[2]) „Die Kultur der Getreidearten“ 1887, S. 95.

lichste, auch bei bedeutender ursprünglicher Feuchtigkeit unter gewissen Bedingungen sehr rasch austrocknende Bodenschicht gebettet werden. Punkt 2 besagt aber etwas nicht ganz bestimmtes; es wird z. B. behauptet,[1]) dass die Samen nach dem Walzen in eine engere Berührung mit dem Boden geraten; ihre Kontaktfläche mit demselben ist aber nur in dem Falle unbedeutend, wenn der Boden aus grösseren Schollen besteht; ein regelrecht bearbeiteter Boden hat aber ein mehr weniger festes Gefüge, und es lassen sich seine Schollen nicht ohne Mühe zerstören, so dass die Bearbeitung desselben, besonders mit einer nicht allzu schweren Walze, kaum einen viel engeren Kontakt des Bodens mit den Samen herbeiführen könnte. Es sprechen aber ausserdem mehrere Fakta direkt dagegen, dass die Quellungsgeschwindigkeit der Samen deren Kontaktfläche mit dem Wasserstrich proportional sei, z. B. das rasche Quellen der Erbsenkörner auf feuchtem, ebenem Papiere, wobei die Keimung fast ebenso schnell, wie in einem sehr feuchten Boden erfolgt. Es ist aber aus (6) zu ersehen, dass die von einem quellenden Samen aus dem Boden absorbierte Wassermenge sich dem scheinbaren spez. Gew. des letzteren direkt proportional verhält; je grösser dasselbe, um so mehr Boden-, also auch Wasserteilchen sind in dem vom Samen direkt auszunutzenden Bodenbezirke enthalten; es muss also jede Verdichtung eines relativ trockenen Bodens die Keimung der Samen begünstigen. Es wurden diese evidenten Folgerungen durch folgenden Demonstationsversuch bestätigt: in die bereits mehrfach erwähnte Poltawa'sche Schwarzerde von 9.9 % ursprünglichem Wassergehalt wurden Samen der gemeinen Futterwicke (s. Tab. S. 322) ausgesäet. In dem einen Falle wurde die Erde locker aufgeschüttet ($\triangle$ = ca. 1.039), in dem anderen aber stark festgestampft ($\triangle$ = 1.323). Nach (6) musste für den ersten Fall der zur Keimung dieser Samen erforderliche Gesamtwassergehalt dieses Bodens 9.5 %, für den zweiten aber 9 % betragen. Es wäre sonach die Keimung in beiden Fällen möglich, da aber bei den Versuchsmanipulationen der Boden etwas von seiner Feuchtigkeit verliert, alle berechneten und bestimmten Werte aber nur annähernd richtig sind, so lagen die wirklichen Keimungsbedingungen, besonders für den lockeren Boden, etwas ungünstiger; und that-

[1]) S. z. B. A. Blomeyer, „Die mech. Bearb. des Bodens", 1879, S. 161 ff.; J. A. Stebut, russisch.

sächlich waren in demselben die Samen nach Verlauf von 6 Tagen nicht nur gekeimt, sondern sogar nicht besonders gequollen; in dem festgestampften Boden fand ich aber die Samen nach 3 Tagen stark gequollen und nach 6 gekeimt. Um aber dem Festwalzen des bestellten Bodens einen thatsächlichen praktischen Wert zuzuerkennen, muss noch nachgewiesen werden, dass es auch fernerhin z. B. durch Steigerung der Verdunstungsenergie, die u. a. auch von der Geschwindigkeit der Wasserbewegung aus der Tiefe gegen die Oberfläche abhängt, den Saaten nicht schade. Es könnte letzteres aber nur beim Walzen eines sehr feuchten Bodens nach der Aussaat sehr kleiner Samen, zu Beförderung eben dieser Wasserströmung aus der Tiefe, der Fall sein, und es hat dann der Landwirt unbedingt die Vor- und Nachteile des Walzens im Voraus zu erwägen. Walzt man aber einen relativ trockenen Boden, in dem keine merkliche selbständige Wasserbewegung stattfinden kann, um die Bodenfeuchtigkeit so zu sagen um die Samen zu konzentrieren, so wird darnach keine Wasserströmung aus der Tiefe eintreten, wie sie auch vordem nicht bestanden hat. Ja es wird sogar das Walzen eines solchen Bodens, der seine Feuchtigkeit nur von der Oberfläche verliert, denselben einigermassen vor der Verdunstung schützen, indem dadurch der Austausch zwischen der atmosphärischen und der Bodenluft vermindert wird. Was aber die Vermehrung des Widerstandes für den Heraustritt der bereits gekeimten Pflänzchen ans Sonnenlicht durch das Walzen anbetrifft, deren zweifellos schädlicher Einfluss bisher aber seiner Grösse nach noch nicht zu taxieren ist, so kann dieselbe bei der schwierigen oder unmöglichen Keimung der Samen wegen Mangels an Feuchtigkeit im Boden, wo vom Walzen aber ein besonderer Nutzen zu erwarten ist, kaum in Betracht kommen.

Die günstige Wirkung des Abeggens der Saaten pflegt man ausschliesslich durch die Ausrottung des Unkrautes zu erklären; es kann aber leicht vorkommen, dass in dem den Samen zugänglichen Bodenbezirke eine nur zu einer unvollkommenen Quellung derselben ausreichende Wassermenge vorhanden ist; es geraten dann beim Abeggen solche Samen in neue, noch nicht ausgenutzte Bodenteile, wodurch eine weitere Wasseraufnahme, also auch ihre Weiterentwickelung, eben ermöglicht wird.

Das 50jährige Jubiläum der Versuche zu Rothamsted.

Die „Deutsche landw. Presse“ (No. 38, 1893) enthält folgenden Aufruf:

„Die grosse Bedeutung der landwirtschaftlichen Versuche, welche Sir JOHN BENNET LAWES seit nun 50 Jahren zu Rothamsted in England zur Ausführung brachte, ist nicht nur allgemein anerkannt, sondern hat auch Hunderte von Deutschen zum Besuche dieser berühmten Versuchsfelder veranlasst. Da die Versuche im Jahre 1843 begonnen, so wird das laufende Jahr ein halbes Jahrhundert gewissenhafter Untersuchungen zu Ende gehen sehen, welche die Lebensarbeit ihres Gründers umfassen. Neben Sir JOHN LAWES war während dieser ganzen langen Zeit Dr. GILBERT mit demselben in unermüdlicher thätiger Verbindung.

In Würdigung dieser Thatsachen, welche der praktischen Landwirtschaft und der damit zusammenhängenden wissenschaftlichen Forschung eine seltene Ausdauer und grossartige Mittel zur Verfügung stellten, wurde in einer Versammlung unter dem Vorsitz des Prinzen von Wales einstimmig beschlossen, eine öffentliche Anerkennung der ausserordentlichen Verdienste, die sich Sir JOHN LAWES und Dr. GILBERT um die Landwirtschaft aller Länder erworben haben, in Anregung zu bringen. Dieselbe soll im wesentlichen die Form eines Granit-Denksteins erhalten, welcher auf dem Felde zu errichten ist, auf dem diese bemerkenswerten Experimente zur Ausführung kamen.

Um dies zur Ausführung zu bringen, wurde beschlossen, zur Sammlung der erforderlichen Mittel aufzufordern, mit der Bestimmung — um den Erfolg möglichst allgemein zu machen — den Beitrag des einzelnen auf 2 Guineen (42 M.) im Maximum zu beschränken. Wesentlich beteiligte sich hierbei namentlich auch die englische Royal Agricultural Society, welche an die Unterzeichneten durch ihren ehrenamtlichen Geschäftsführer Mr. E. CLARKE das Ersuchen richtete, auch in Deutschland für den Plan zu wirken. Dieselben unterziehen sich dieser Aufgabe um so freudiger, weil sie eine erwünschte Gelegenheit bietet, das freundschaftliche und gegenseitig hilfsbereite Verhältnis der beiden grossen Landwirtschafts-Gesellschaften Englands und Deutschlands, sowie die engen Beziehungen zwischen der landwirtschaftlichen Chemie und Praxis beider Länder zum Ausdruck zu bringen.

Aus der bei der erwähnten Veranlassung gehaltenen Anrede Sr. Königl. Hoheit des Prinzen von Wales möge folgendes mitgeteilt sein:

„„Alle, welche mit Interesse die Fortschritte auf dem Gebiete des landwirtschaftlichen Wissens, vor allem der Anwendung der Chemie auf die Ernährung der Pflanzen und Tiere verfolgen, kennen die ausserordentliche Bedeutung der wertvollen Reihe von Versuchen, welche Sir JOHN BENNET LAWES zu Rothamsted ausführt. Dieselben begannen im Jahre 1843, so dass

das laufende Jahr nicht weniger als ein halbes Jahrhundert dieser Untersuchungen abschliesst, welchen ihr Gründer seine Lebensarbeit gewidmet hat. Während dieser ganzen Zeitdauer war Dr. Gilbert in Verbindung mit Sir John Lawes an diesen Arbeiten beteiligt.

Die Versuche zu Rothamsted waren von Anfang an durchaus unabhängig von jeder äusseren Organisation und wurden ausschliesslich auf Kosten von Sir John Lawes durchgeführt. — Um ihre Fortsetzung nach seinem Tode zu sichern, stiftete Sir John zu diesem Zwecke kürzlich 100000 Lstr. (2 Millionen M.), sowie das berühmte Laboratorium und das erforderliche Land, und ernannte eine Anzahl bekannter Männer der Wissenschaft zu Verwaltern dieser Stiftung. Diese Thatsachen und die grosse allgemeine Bedeutung der Versuche zu Rothamsted lassen es nur passend erscheinen, dass die Landwirtschaft Sir John Lawes und seinem hervorragenden Mitarbeiter Dr. Gilbert die Dankbarkeit zu beweisen versucht, die sie so reichlich verdienen. Irgend welche kostspielige Gabe würde unter den Umständen nicht am Platze sein. Alles, was erforderlich scheint, ist, dass die Landwirtschaft, sowie die mit ihr verbundene Wissenschaft ein äusseres Zeichen der Wertschätzung dieser gewissenhaften Arbeit eines halben Jahrhunderts zu geben versuche. Die Form hierfür ist gefunden und wird sicherlich dem Gefühl Sir John Lawes und dessen uneigennützigem Wirken im Dienste der Landwirtschaft aufs beste entsprechen.““

Beiträge zu dem geplanten Unternehmen, welche die Betreffenden nicht direkt nach England zu übermitteln wünschen, können per Postanweisung unter der Bezeichnung: Zum Denkmal für die Rothamstedversuche an die Adresse des mitunterzeichneten M. Eyth, Berlin SW., Zimmerstrasse 8, gesandt werden. Der Empfang wird umgehend bescheinigt und die Beiträge an das unter dem Vorsitz des Herzogs von Westminster, des gegenwärtigen Jahrespräsidenten der Royal Agricultural Society, stehende Komitee übermittelt werden. Sollte es erwünscht erscheinen, Beiträge unmittelbar nach England zu übermitteln, so sind dieselben zu senden an Erneste Clarke, Esquire, Secretary of the Royal Agricultural Society, 12 Hannover Square, London W., mit der Bezeichnung: For the Rothamsted Jubilee Fund.

M. Eyth-Berlin. Dr. Nobbe-Tharand. Dr. Thiel-Berlin.“

Der Verband landwirtschaftlicher Versuchs-Stationen im Deutschen Reiche wird, dem Beschluss seines Vorstandes gemäss, das Rothamsteder 50jährige Jubiläum durch eine entsprechende Kundgabe feiern.

Personal-Notizen.

Dem Vorstande der Kgl. pflanzenphysiologischen Versuchs-Station zu Tharand, Geh. Hofrat Prof. Dr. F. Nobbe, wurde von Sr. Majestät dem König von Sachsen das Ritterkreuz I. Klasse des K. S. Verdienstordens, und dem Vorstande der Kgl. Versuchs-Station für Pflanzenkultur zu Dresden, Prof. Dr. O. Drude, das Ritterkreuz I. Klasse des K. S. Albrechtsordens verliehen.

Über die chemische Zusammensetzung der reifen Paprikaschote.

(Mitteilung a. d. K. Ung. chem. Reichsanstalt.)

Von

Dr. BÉLA von BITTÓ

(Der Ung. Akademie d. Wiss. vorgelegt in der Sitzung am 17. Oktober 1892.)

Über die Zusammensetzung und wirksamen Bestandteile der reifen Paprikafrucht sind sehr wenig Angaben in der chemischen Literatur zu finden. Die älteste Paprika-Analyse dürfte wohl die von Buchholz[1]) ausgeführte sein. Eine eingehendere Untersuchung der Paprikafrucht (Capsicum longum) führte später Braconnot[2]) aus, der einen scharf schmeckenden, weichen, nicht krystallisierenden Körper, das Capsicin, ferner das Capsicumrot daraus dargestellt hat. Witting[3]) und Tresh[4]) hingegen behaupten, dass der wirksame Bestandteil ein krystallisierter Körper ist, von letzterem Capsaicin genannt. Ausserdem hat sich auch Th. Pabst[5]) mit der Untersuchung der Paprikaschote befasst. Er fand darin minimale Mengen eines Alkaloids, betrachtet dieses aber nicht als normalen Bestandteil der Frucht. Capsaicin ist nach seinen Untersuchungen eine amorphe Säure, welche vom roten Farbstoff der Schote nicht getrennt werden kann. Ferner wies er reichliche Mengen von freier Öl-, Stearin- und Palmitinsäure in den Früchten nach. Aus seinen Untersuchungen folgert er, dass der rote Farbstoff der Früchte aller

---

[1]) König, Die menschlichen Nahrungs- und Genussmittel I (2. Aufl.), Seite 148.

[2]) Ann. Chim. Phys. 21, S. 124.

[3]) Repert. Pharm. 13, S. 366.

[4]) Pharm. Centralhalle 17, S. 427.

[5]) Arch. d. Pharm. 23, S. 108.

Wahrscheinlichkeit nach Carotin ist. Felletár[1]) konstatierte in den Früchten das Vorhandensein einer flüchtigen Base; Prof. Fleischer[2]) hingegen stellte eine dem Capsicol Buchheim ähnliche Verbindung dar. Im Jahre 1884 veröffentlichte Fr. Strohmer[3]) eine Mitteilung über Paprika, deren Inhalt im wesentlichen das folgende ist: Die Paprikafrucht enthält ein fettes Öl, welches sozusagen ausschliesslich im Samen vorkommt; einen kampherartigen Körper (Capsicin) in den Schalen und Samen, ferner einen harzartigen Körper (Capsicumrot) in den Schalen. Seine Mitteilung enthält ferner eine Analyse der reifen Paprikafrucht, ausserdem einige Analysen von Paprikaprodukten. Ich werde übrigens noch Gelegenheit haben, mich im Laufe dieser Mitteilung eingehender mit seinen Analysen zu befassen.

Wie nun aus obigem ersichtlich, sind unsere Kenntnisse über die Zusammensetzung der Paprikaschote, welche an Verbreitung immer mehr und mehr gewinnt, in vieler Beziehung mangelhaft und der Ergänzung bedürftig, aus welchem Grunde ich diese Frucht, mit Berücksichtigung der daraus gewonnenen Produkte, einer eingehenden Untersuchung unterzog. Das Ergebnis der bisherigen Untersuchungen ist in der vorliegenden Mitteilung zusammengefasst, in deren ersten Teile ich mich mit der Zusammensetzung der Paprikafrucht und seiner einzelnen Teile befassen werde; im zweiten hingegen mit der Fabrikation und chemischen Zusammensetzung der daraus gewonnenen Handelsprodukte. Das Ergebnis der Untersuchung über die wirksamen Bestandteile, der Kohlehydrate, sowie anderer, stickstoffhaltiger Verbindungen der Paprikaschote behalte ich mir vor, seinerzeit zu veröffentlichen.

I. Zusammensetzung der reifen Frucht.

Als Ausgangsmaterial zu meinen Untersuchungen benutzte ich eine aus der Umgebung Szegedins stammende Fruchtsorte, welche, wie die botanische Untersuchung zeigte, der in der dortigen Gegend am meisten kultivierten Spielart: (Capsicum annuum longum) angehört.

---

[1]) J. Pharm. 1868. S. 70.

[2]) Arch. exp. Path. 9, S. 117.

[3]) Chemisches Centralblatt 1884. S. 577.

Die äussere Beschaffenheit der Frucht zeigt, dass sie zum grössten Teile gut entwickelt, schön scharlachrot ist, und wie lackiert aussieht. Teilt man die Frucht der Länge nach in zwei Teile, so sieht man ausser den Schalen und Samen noch einen dritten Bestandteil, den Samenträger (Placenta), worauf die Samen liegen, und dessen Verjüngungen die Schale in Fächer teilen.

Die Samenlager sind, so weit dies aus den mir vorliegenden Analysen ersichtlich ist, bis jetzt als besonderer Bestandteil nicht beachtet worden, und wurden daher auch nicht für sich der Analyse unterworfen, sondern wahrscheinlich immer mit den Schalen zusammen untersucht. Die mittlere Zusammensetzung der reifen Frucht ist nach meinen Beobachtungen folgende:

Frucht mit Stiel

	I %	II %	Mittel %
Stiel	5.865	4.809	5.334
Fruchtschale	59.796	59.924	59.860
Samen	26.863	25.062	25.962
Samenlager	7.534	9.489	8.511
Frucht ohne Stiel			
Fruchtschale	63.488	62.948	63.218
Samen	28.519	26.334	27.426
Samenlager	7.999	9.968	8.983

Aus dieser tabellarischen Zusammenstellung ist ersichtlich, dass die Grössenverhältnisse der einzelnen Teile der Früchte ziemlich grossen Schwankungen unterworfen sind, hauptsächlich jene der Samen und Samenträger. Die Ursache dieser Schwankungen ergiebt sich aus der verschiedenen Menge der Samen, sowie der Samenträger, welche bei den einzelnen Früchten sehr stark variiert, die beiläufig normale Menge ist nur in den seltensten Fällen in den Früchten enthalten. Im Laufe dieser Arbeit hatte ich sehr oft Früchte in Händen, in welchen nur 4—6 Samenkorne und sehr wenig vom Samenlager entwickelt waren. Aus diesem Grunde will ich auch meine aus zwei Versuchen abgeleiteten Mittelzahlen nicht als allgemein gültige betrachten.

Um von der Zusammensetzung der reifen Paprikaschote ein möglichst vollständiges Bild zu erhalten, war es wünschenswert, alle Bestandteile der Paprikafrucht getrennt einer eingehenderen Untersuchung zu unterziehen. Leider war ich mangels genügenden Materials nicht in der Lage, eine Aschenanalyse der Samenträger ausführen zu können.

Die Untersuchung selbst wurde nach der Weender (Henneberg's) Methode ausgeführt, aus welchem Grunde eine detaillierte Beschreibung der Untersuchungsmethoden überflüssig erscheint, doch werde ich Vorsichtsmassregeln, deren Beachtung bei der Analyse nötig war, an geeigneter Stelle anführen.

Zur Bestimmung der Feuchtigkeit wurden 2—3 g Substanz, bei 100° C (nicht höher) 3—4 Stunden lang getrocknet. Ein längeres Trocknen war weder nötig noch ratsam, da hierdurch schon andere flüchtige Bestandteile der Paprikafrucht entweichen und schon eine partielle Zersetzung eintritt. Wie ich mich einige Male überzeugt hatte, ist die Wasserabgabe beim 3—4 stündigem Trocknen eine ziemlich vollständige, so dass man statt des Ausdruckes: „bei 100° C flüchtiges“ getrost „Feuchtigkeit“ setzen kann. Die Benennung „stickstoffhaltige Substanz“ verwende ich für diejenige Substanz, welche ich durch Multiplikation des gefundenen Gesamtstickstoffs mit dem Faktor 6.25 erhielt, also für das, was man gewöhnlich „Rohproteïn“ nennt. Die „N-fr. Extraktivstoffe“ habe ich immer durch die Differenz zwischen 100 und der Summe der übrigen bestimmten Bestandteile angegeben. Die meisten der angegebenen Zahlenwerte sind Mittelzahlen zweier parallel ausgeführten Bestimmungen.

Das Resultat meiner diesbezüglichen Untersuchungen stellt folgende Tabelle dar. Der erste Teil enthält die, auf die ursprüngliche, der zweite die auf die wasserfreie Substanz bezogenen Prozente.

	Feuchtigkeit	Asche	Ätherextrakt	Stickstoff-Substanz	N-fr. Extr.-Stoffe	Rohfaser	Stickstoff
in der frischen Substanz							
Ganze Frucht (ohne Stiel)	9.750	6.103	9.650	17.844	35.940	20.713	2.855
Fruchtschale (o. Samenl.)	14.141	4.856	4.412	12.287	42.129	22.175	1.966
Samen	9.509	3.932	24.340	16.581	29.928	15.710	2.653
Samenlager	12.656	9.633	6.175	24.931	34.830	11.775	3.989

	Feuchtigkeit	Asche	Ätherextrakt	Stickstoff-substanz	N fr. Extr.-Stoffe	Rohfaser	Stickstoff
			in der Trockensubstanz				
Ganze Frucht (ohne Stiel)	—	6.762	10.692	19.771	39.822	22.950	3.163
Fruchtschale (o. Samenl.	—	5.655	5.138	14.310	49.067	25.827	2.289
Samen	—	4.345	27.948	17.218	33.071	17.360	2.931
Samenlager	—	11.028	7.069	28.543	39.876	13.481	4.566

Wie ersichtlich, unterliegen die einzelnen Bestandteile der verschiedenen Fruchtteile ziemlich grossen Schwankungen, was ein genügend interessantes Moment zu weiteren Untersuchungen bieten dürfte. Der Ätherextrakt der Schalen und Samen zeigt z. B. die Differenz von 23%, die N-fr. Extrakt-Stoffe eine solche von 16%. Ebenso konnte ich eine Differenz von 20% zwischen dem Ätherextrakt der Samen und dem der Samenträger konstatieren. Auffallend gross und überwiegend ist der Stickstoffgehalt (4.566%) der Samenträger.

Strohmer fand für Paprika folgende Werte:

	Feuchtigkeit	Asche	Ätherextrakt	Stickstoff-Substanz	N-fr. Extr. Stoffe	Rohfaser	Stickstoff
			in % der frischen Substanz				
Ganze Frucht	11.94	5.20	15.26	13.88	32.63	21.09	2.22
Fruchtschale	14.75	6.62	5.48	10.69	38.78	23.73	1.71
Samen	8.12	3.20	28.59	18.31	24.33	17.50	2.93
			in % der Trockensubstanz				
Ganze Frucht	—	5.90	17.29	15.76	37.05	23.94	2.52
Fruchtschale	—	7.76	6.42	12.53	45.43	27.83	2.00
Samen	—	3.48	31.06	19.92	26.48	19.04	3.18

Vergleicht man die von mir gefundenen Werte mit denen Strohmers, so findet man bei einzelnen Bestandteilen sehr erhebliche Abweichungen; da jedoch ein vollständiger Vergleich aus dem Grunde unmöglich ist, weil Strohmer die Samenträger

allem Anscheine nach, wenigstens zum Teil, mit den Fruchtschalen gemengt untersuchte, will ich mich in weitere diesbezügliche Erörterungen vorläufig auch nicht einlassen.

Um ein noch vollständigeres Bild der Zusammensetzung der reifen Fruchtschote geben zu können, hielt ich es schon im Rahmen dieser mehr allgemeinen Untersuchung für geboten, das Wesen, und im Falle wir es hier mit verschiedenen stickstoffhaltigen Verbindungen zu thun haben, auch die Menge der einzelnen Körper zu erforschen. Die diesbezüglichen Untersuchungen wurden nach folgenden Methoden durchgeführt: Proteïn nach Stutzer[1]) und die nicht eiweissartigen Verbindungen nach R. Sachsse mit der Modifikation von O. Kellner[2]). Die prozentigen Ergebnisse sind aus folgenden Tabellen ersichtlich:

	Gesamt-N	N in Form von Ammonsalzen	N in Amid-Verbindung	N als Proteïn	entspr. Proteïn	N in anderer Form
Ganze Frucht (ohne Stiel)	2.855	0.196	0.084	2.095	13.094	0.480
Fruchtschale (ohne Samenlager)	1.966	0.168	0.112	1.540	9.625	0.146
Samen	2.653	0.056	0.056	2.660	16.625	—
Samenlager	3.989	0.210	0.245	2.100	13.125	1.434
in der Trockensubstanz:						
Ganze Frucht (ohne Stiel)	3.163	0.217	0.093	2.321	14.506	0.532
Fruchtschale (ohne Samenlager)	2.289	0.195	0.130	1.792	11.200	0.172
Samen	2.931	0.061	0.061	2.938	18.362	—
Samenlager	4.566	0.240	0.280	2.403	15.018	1.643

Die Menge des gesamten N fand sich immer etwas kleiner, als die Summe des N der einzelnen Verbindungsformen, was in der Unvollkommenheit der Bestimmungsmethoden zu liegen scheint. Doch ist ersichtlich, dass die Schwankungen in der Menge der einzelnen Verbindungsformen der verschiedenen Fruchtteile nicht besonders erheblich sind. Am auffallendsten erscheint es, dass der gesamte Stickstoff der Samen für Proteïn, Ammon- und Amidverbindungen in Anspruch genommen wird, so dass für andere Verbindungen nichts erübrigt.

[1]) Repert. f. analyt. Chemie 85, S. 162.

[2]) König, Unters. landw. wichtiger Stoffe S. 213.

Erwähnenswert ist die grosse Menge N (1.643 %), welche für „Stickstoffverbindungen anderer Natur“ bei dem Samenlager erübrigt, und welche es auch verursacht, dass die entsprechende Rubrik bei der ganzen Frucht erheblich höher ist, als bei den anderen Bestandteilen. Die näheren Details dieser Thatsachen werde ich wohl Gelegenheit haben, in einer späteren Mitteilung zu behandeln.

Die Untersuchung der Asche der reifen Fruchtschote und ihrer einzelnen Bestandteile hielt ich nicht nur aus pflanzenchemischen, sondern auch aus allgemeinen analytischen Gründen für wünschenswerth, da es nicht ausgeschlossen war, dass dadurch eine eventuelle Charakterisierung der Paprikahandelsprodukte ermöglicht wird.

Bei Veraschung der ersten zwei Paprikaproben, d. i. der Fruchtschalen und der später zu erwähnenden Pálfy'schen Produktes hatte ich Schwierigkeiten, weshalb ich die Veraschung mit Ammonnitrat vornahm. Da mich jedoch auch dies nicht zum Ziele führte, so nahm ich die Veraschung der weiteren Proben auf dem gewöhnlichem Wege vor, jedoch so, dass ich rasch bei hoher Temperatur arbeitete. Hierdurch erzielte ich so gute Resultate, dass es mir möglich war, in beiläufig $1^1/_2$—2 Stunden nahezu 6—7 g ziemlich reine Asche zu gewinnen. Die letzten Reste der Kohle wurden durch Erhitzen der Asche in einer schwach rotglühenden Muffel verbrannt.

Was nun die Asche im allgemeinen anbelangt, so ist die auf gewöhnlichen Wege erhaltene weiss mit sehr schwacher graugrüner Nuance; in verdünnten Säuren schon bei mässiger Wärme bis auf die geringe Menge Kieselsäure vollständig, unter ziemlich starkem Aufbrausen, löslich.

Die Analyse der Asche der Frucht, sowie die ihrer einzelnen Bestandteile ergab folgendes Resultat:

(Siehe Tabelle S. 376.)

II. Über die Zusammensetzung der Paprikafabrikate.

Der Umstand, dass in chemischer Beziehung, und hauptsächlich über Darstellung und Eigenschaften der Paprikaprodukte, so gut wie nichts bekannt ist, bewog mich, die folgende Untersuchung der obigen anzuschliessen.

	K_2O	Na_2O	MgO	CaO	Al_2O_3	Fe_2O_3	SiO_2	Cl	SO_3	P_2O_5	CO_2	N_2O_5[1]	dem Chlor äquiv. Menge Sauerstoff	Wasserlösl. Teil der Asche
	in 100 Gewichtsteilen													
Ganze Frucht (ohne Stiel) .	49.657	3.950	5.557	4.285	Spuren	1.285	1.823	3.463	5.754	15.019	10.681	—	0.780	85.200
Schale (ohne Samenlager) .	41.195	10.533	3.955	3.992	0.169	1.327	1.495	1.129	3.594	11.429	8.608	12.886	9.254	87.635
Samen[2] . . .	39.453	2.458	10.254	3.407	—	0.801	1.709	2.609	4.888	32.387	1.652	—	0.587	69.034
	berechnet auf Reinasche:													
Ganze Frucht (ohne Stiel) .	55.595	4.422	6.221	4.797	Spuren	1.438	2.040	3.877	6.442	16.815	—	—	0.873	—
Schale (ohne Samenlager) .	52.473	13.162	5.037	5.084	0.215	1.691	1.904	1.438	4.577	14.588	—	—	0.324	—
Samen[2] . . .	40.116	2.499	10.426	3.464	—	0.814	1.737	2.652	4.970	33.947	—	—	0.597	—

[1]) Vom angewendeten Ammonnitrat.
[2]) Die Analyse der Samenlager aus Mangel an Material nicht ausgeführt.

Die Benennung der einzelnen Fabrikate, wie: Rosenpaprika I—II; Königspaprika etc., ist gewissermassen im Zusammenhange mit der Art der Fabrikation. Die ordinären Fabrikate werden gewöhnlich durch Zermahlen der ganzen Frucht erhalten, wozu auch sehr oft der Stiel mitvermahlen wird. Da man zu diesen Fabrikaten die einzelnen Schoten nicht besonders auswählt, so sind auch diese Präparate der Farbe nach gewöhnlich blass, ziegelrot. Die mittelfeinen Fabrikate hingegen werden bei uns sehr verschiedenartig dargestellt. Zur Fabrikation der Primawaren, der Rosenpaprikas, verwendet man gewöhnlich nur die Schalen und Samen, der nach Farbe und Entwicklung ausgewählten schönsten Schoten. Hierauf folgt deren Waschen, Trocknen, Öffnen und Entfernung der Samen und Samenlager. Dann werden die Schalen mit den Samen zusammengemahlen. Die minder schönen Schoten geben dann Produkte zweiter Qualität.

Eigentümlich ist es, dass die produzierenden Landwirte, welche in sehr vielen Gegenden die Frucht selbst mahlen, auch die gröbsten Verfälschungen begehen. Die Resultate meiner diesbezüglichen Untersuchungen glaube ich kurz in dem Folgenden zusammenfassen zu können: die chemische Analyse der Paprika für sich ist nicht geeignet, etwaige Verfälschungen vollständig klarzulegen. Hierzu ist die eingehende mikroskopische Untersuchung der Produkte nöthig. Die Bestimmung der Asche des Paprika wird uns über mineralische Beimengungen Aufklärung geben, indem der Aschengehalt, soweit meine aus vielen Untersuchungen stammenden Daten reichen, sich stets zwischen 5—6.5 $^0/_0$ bewegt. Die reine Asche ist in verdünnten Säuren bis auf die geringe Menge Kieselsäure bei sehr mässiger Wärme vollständig löslich. Die Farbe der Asche soll bei den feineren Paprikasorten gewöhnlich weiss, mit schwach graugrünem Stiche sein, während ich bei minderen Sorten stets eine deutliche grünliche Asche beobachten konnte; dies dürfte wohl eine Folge des Mitvermahlens der Samenlager sein, wodurch im allgemeinen mehr Mangan in das Produkt gelangt. Da ich die angewendeten Untersuchungsmethoden schon im früheren Kapitel eingehender besprochen habe, kann ich mich hier wohl damit begnügen, in nachstehenden Tabellen auf das Ergebniss meiner Untersuchung zu verweisen. Damit aber auch die Anstellung von Vergleichen erleichtert sei, so erlaube ich mir, die Analysen Strohmers bei-

zuschliessen. Ich muss aber bemerken, dass ich stark bezweifle, dass das in der Strohmer'schen Tabelle an dritter Stelle angeführte Muster wirklich Königspaprika war, da ich bis jetzt noch nie ein Produkt I. und II. Qualität mit 7.14% Asche gesehen habe, dies kommt zumeist nur bei minderen Sorten vor.

Meine Analysen ergaben in 100 Gewichts-Teilen

	Asche	Ätherextrakt	Stickstoff-substanzen	N-fr. Extr. Stoffe	Rohfaser	Stickstoff	Feuchtigkeit
Ia Rosenpaprika der Gebr. Pálfy in Szeged . . .	5.330	12.540	14.275	35.795	21.960	2.284	10.100
Ia Rosenpaprika v. Szenes in Budapest	5.292	11.450	16.994	39.744	17.275	2.703	9.345
Mittelmässiges Fabrikat von Szenes	6.420	11.850	17.581	34.637	21.200	8.827	8.312
berechnet auf Trockensubstanz:							
Ia Rosenpaprika der Gebr. Pálfy in Szeged . . .	5.928	13.948	15.878	39.816	24.427	2.540	—
Ia Rosenpaprika v. Szenes in Budapest	5.837	12.630	18.635	43.840	19.045	2.981	—
Mittelmässiges Fabrikat von Szenes	7.002	12.924	19.174	37.777	23.121	3.083	—

Strohmers Analysen ergaben in 100 Gewichts-Teilen

	Asche	Stickstoffsubstanz	Ätherextrakt	Feuchtigkeit
Ia Rosenpaprika	5.19	14.56	14.43	17.35
IIa Rosenpaprika	5.66	14.31	15.06	14.39
Königspaprika	7.14	13.19	13.35	12.69
berechnet auf Trockensubstanz:				
Ia Rosenpaprika	6.17	17.61	17.35	—
IIa Rosenpaprika	6.61	16.71	17.59	—
Königspaprika	8.17	15.10	15.29	—

Meine Aschenanalysen ergaben in 100 Gewichtsteilen:

	K_2O	Na_2O	MgO	CaO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	SO_3	P_2O_5	Cl	CO_2	N_2O_5[1]	MnO	dem Chlor äquiv. Sauerstoff	Wasserlösl. Teil der Asche
Ia. Rosenpaprika der Gebr. PÁLFY in Szeged . .	39.045	2.557	4.306	4.022	1.839	Spuren	2.757	3.400	13.205	2.312	3.171	23.374	—	0.521	85.204
Ia. Rosenpaprika von SZENES in Budapest . .	42.698	2.183	4.514	8.100	2.000	Spuren	2.950	11.012	13.445	2.759	9.818	—	—	0.621	71.701
Mittelmäss. Fabrikat von SZENES . . .	43.015	7.653	4.666	4.800	Spuren	1.000	8.374	4.195	12.376	2.487	11.433	—	Spuren	0.560	78.391
berechnet auf Reinasche:															
Ia. Rosenpaprika der Gebr. PÁLFY in Szeged . .	53.154	3.481	5.862	5.475	2.503	Spuren	3.753	4.628	17.976	3.147	—	—	—	0.709	—
Ia. Rosenpaprika von SZENES in Budapest . .	47.346	2.420	5.005	8.981	2.217	Spuren	3.271	12.210	14.908	3.059	—	—	—	0.689	—
Mittelmäss. Fabrikat von SZENES	48.567	8.640	5.268	5.419	Spuren	1.129	9.454	4.736	13.973	2.808	—	—	Spuren	0.632	—

[1]) Vom angew. Ammonnitrat.

Über die Bestimmung der Pentosane und Pentosen in den Vegetabilien durch Destillation mit Salzsäure und gewichtsanalytische Bestimmung des Furfurols.[1]

Von

Dr. E. R. FLINT und Prof. Dr. B. TOLLENS.

(Mit Tafel VI.)

I. Einleitung und vorbereitende Versuche über die Titriermethode.

Nachdem STONE und TOLLENS[2]) gefunden hatten, dass aus Arabinose beim Kochen mit Säure Furfurol entsteht, und WHEELER und ALLEN für die Xylose dasselbe konstatiert hatten, haben GÜNTHER, DE CHALMOT und TOLLENS diese Reaktion zur quantitativen Bestimmung der Pentosen in vegetabilischen Substanzen benutzt.[3]) Dies geschieht durch Ermittelung der Menge des entstandenen Furfurols und Umrechnung derselben auf die Pentosen mittelst gewisser Faktoren. Die gewichtsanalytische Methode von DE CHALMOT und TOLLENS schien genauer zu sein, als die Titriermethode von GÜNTHER und TOLLENS, welche zuerst angewandt war, aber wie bei allen neuen analytischen Methoden waren Ausbau und wiederholte Prüfung der obigen Verfahren wünschenswert, und zugleich war womöglich das Arbeiten noch sicherer und einfacherer zu gestalten. Dies haben FLINT und TOLLENS ausgeführt.

Zuerst ist die GÜNTHER'sche Titriermethode näher geprüft worden; hier hat sich gezeigt, dass man am besten mit ziemlich verdünnten Lösungen von essigsaurem Phenylhydrazin arbeitet, oder auch nach einem Vorschlage von STONE[4]) salzsaures

[1]) Auszug aus der Inaug.-Dissert. v. Dr. E. R. FLINT, Göttingen 1892.

[2]) Ann. Chem. 249, S. 227; Vers.-Station XXXIX, S. 433.

[3]) Siehe die Kollektiv.-Abh. Vers.-Station XXXIX, S. 433 ff., sowie Ber. d. d. ch. Ges. 24, S. 3583.

[4]) Ber. d. d. chem. Ges. 24, S. 3019.

Phenylhydrazin mit essigsaurem Natron, statt des flüssigen Phenylhydrazins und Essigsäure zur Bereitung der Lösungen abwägt. Der Endpunkt des Titrierens wird nach wie vor mit essigsaurem Anilin bestimmt, und der Vorschlag von Stone, den Endpunkt der Titrierung durch Betrachten des Auftretens von Fehling'sche Lösung reduzierender Kraft in der Lösung zu bestimmen, ist nicht leicht auszuführen und jedenfalls ohne Vorteil. Aber bei der Methode des Titrierens begegnet man weiteren, nicht zu vernachlässigenden Umständen. Wir haben nämlich konstatiert, dass man zum Titrieren bis zum Verschwinden der Reaktion auf essigsaures Anilin verschiedene Mengen essigsaures Phenylhydrazin braucht, je nachdem in der Furfurollösung nur Wasser oder aber mit kohlens. Natron gesättigte Salzsäure, d. h. Kochsalzlösung, vorhanden ist, und die Unterschiede sind sogar sehr gross; so zeigte 1 ccm derselben Phenylhydrazin-Acetatlösung folgende Mengen Furfurol an:

Tabelle 1.

Kochsalz auf 500 ccm Lösung vorhanden	1 ccm Phenylhydrazin-Acetat zeigt an Furfurol g
0	0.03224
0	0.03104
25	0.03036
25	0.02992
50	0.02660
50	0.02568
75	0.02384
75	0.02413
100	0.01890
100	0.01855

Auch wenn die Titrierlösung verdünnter ist, zeigen sich bedeutende Unterschiede bei Gegenwart von mehr oder weniger Kochsalz, und nicht besser ist die Sache, wenn man statt des Anilin-Acetats als Indikator nach Stone mit Fehling'scher Lösung arbeitet.

So haben wir die Titriermethode später kaum mehr berücksichtigt und uns der verlässlicheren gewichtsanalytischen Methode zugewandt.

II. Vorbereitende Versuche über die gewichtsanalytische Wirkung von Kochsalzzusatz.

Nach dem Verfahren von DE CHALMOT und TOLLENS wird das aus meist 5 g Substanz mit Salzsäure von 1.06 spez. Gewicht erhaltene, bis 400 ccm betragende Destillat mit kohlens. Natron alkalisch, mit Essigsäure schwach wieder sauer gemacht, mit essigs. Phengelhydrazin versetzt, zu 500 ccm aufgefüllt, durch Asbest filtriert und in den Asbestfiltrierröhren im Vacuum-Luftstrom bei 50—60° getrocknet und dann gewogen.

Wir haben die Einzel-Phasen dieser Operationen nachkontrolliert und gefunden, dass die Manipulationen gut auszuführen sind, das Asbestfilter jedoch mit grossem Vorteil durch ein solches aus Glaswolle zu ersetzen ist, welches klar genug und sehr viel schneller filtriert, als das Asbestfilter. Ferner bringen wir im Laufe des trocknenden Luftstromes zwischen die Schwefelsäureflasche und das Glaswolle-Röhrchen mit Niederschlag ein Rohr mit Körnchen von kohlens. Kalk (Marmor), welches mitgerissene Spuren von Schwefelsäure zurückhält, und hierdurch wird bewirkt, dass der Niederschlag recht schnell und gut austrocknet. Bei Versuchen mit reinem Furfurol in wässeriger Lösung haben wir die von DE CHALMOT und TOLLENS aufgestellte Formel

$$\text{Furfurol} = \text{Hydrazon} \times 0.516 + 0.0252$$

völlig richtig gefunden, wie in der folgenden Tabelle angegeben ist.

Angewandtes Furfurol g	Gefundenes Hydrazon g	Hieraus berechnetes Furfurol. Hydrazon × 0.516 + 0.0252 g
0.5836	1.0578	0.5710
0.4786	0.8703	0.4743
0.6174	1.1426	0.6148
0.6174	1.1454	0.6162
0.6174	1.1426	0.6147
0.6174	1.1506	0.6189

Hierauf haben wir berücksichtigt, dass in den Destillaten, welche man aus den Pentosen haltenden Substanzen mit Salzsäure erhält, nach Sättigung mit kohlens. Natron Kochsalz in erheblicher Menge vorhanden ist und die Löslichkeit des Hydrazons beeinflussen kann. Wir haben folglich geprüft, wie viel Hydrazon aus derselben Menge Furfurol bei Gegenwart von mehr oder weniger Kochsalz gefällt wird.

Tabelle 2.

Angewandtes Furfurol in 500 ccm Flüssigkeit g	Na Cl vorhanden g	Gefundenes Hydrazon g	Hieraus durch Multiplikation mit 0.516 + 0.0252 berechnetes Furfurol g
0.21215	0	0.3545	0.2081
0.21215	0	0.3570	0.2094
0.21215	25	0.3760	0.2192
0.21215	25	0.3787	0.2206
0.21215	50	0.3860	0.2240
0.21215	50	0.3861	0.2244
0.21215	75	0.3920	0.2275
0.21215	75	0.3923	0.2276
0.21215	100	0.4008	0.2320
0.21215	100	0.4056	0.2345

Man sieht, dass, sobald einigermassen erhebliche Mengen Kochsalz gegenwärtig sind, die Korrektion + 0.0252 zu gross ist, und dass man bei Berechnung des gefundenen Hydrazons auf Furfurol entweder eine, je nach der Menge des Kochsalzes wechselnde Korrektion anwenden oder aber dafür sorgen muss, dass stets dieselbe Menge Kochsalz gegenwärtig ist, damit man denselben Faktor anwenden kann.

Wir haben den zweiten Weg gewählt, und uns bemüht, ausfindig zu machen, wie viel Kochsalz dann vorhanden ist, wenn man nach de Chalmot und Tollens, Vorschrift operiert und beim Destillieren von 5 g Substanz mit Salzsäure von 1.06 spez. Gewicht oder 12 % HCl 400 ccm Destillat erhält und dies nach dem Sättigen mit kohlens. Natron mit Wasser zu 500 ccm ergänzt.

400 ccm Destillat oder ($\times$ 1.06) 424 g Flüssigkeit enthalten $424 \times \frac{12}{100}$ oder 50.88 g Salzsäure und folglich nach dem Sättigen 81.52 g Kochsalz. Diese sind nach dem Auffüllen mit Wasser in 500 ccm Flüssigkeit enthalten, und folglich hält die Flüssigkeit in 100 ccm 16.3 g Kochsalz.

Da bei einem Gehalt von 75 g Kochsalz auf 500 ccm (s. Tab. 2) 0.3921 g Hydrazon 0.21215 g Furfurol entsprechen und bei einem Gehalt von 100 g Kochsalz auf 500 ccm 0.4032 Hydrazon 0.21215 g Furfurol entsprechen, so muss man zur Umrechnung von Hydrazon auf Furfurol im ersten Falle den Faktor

0.541 und im zweiten Falle den Faktor 0.526 anwenden und für den Gehalt von 81.52 g Kochsalz auf 500 ccm einen mittleren Faktor benutzen. Als solchen haben wir den Faktor 0.538 gewählt. (Oder aber man kann bei Beibehaltung des Faktors 0.516 berechnen, wie viel bei Gegenwart von 81.52 g Kochsalz in 500 ccm die Korrektion für das gelöst gebliebene oder nicht abgeschiedene Hydrazon beträgt. Für 75 g Na Cl auf 500 ccm erhält man aus 0.3921 g Hydrazon mit den Faktoren $\times$ 0.516 + + 0.010 = 0.2123 g Furfurol und für 100 g NaCl aus 0.4032 g Hydrazon mit $\times$ 0.516 + 0.004 0.2120 g Furfurol, man wird also für 81.52 g (rund 81.5 g) Kochsalz den Faktor $\times$ 0.516 + 0.0085 wählen. Theoretisch möchte die Anwendung der letzteren Faktoren $\times$ 0.516 + 0.0085 richtiger sein, als diejenigen des einfachen Faktors 0.538, doch haben wir einstweilen den letzteren gewählt, denken jedoch wieder auf diese Frage zurückzukommen und durch neue Versuche mit recht verschiedenen Mengen den Faktor noch richtiger zu gestalten.[1]) Gross sind die durch diese Verschiedenheit der Faktoren hervorgebrachten Differenzen jedenfalls nicht, und sie sind geringer, als andere kleine Differenzen der Ausbeute, welche weiter unten beschrieben werden sollen, und die bis jetzt nicht zu vermeiden sind.)

Alles eben Gesagte bezieht sich nur auf den Fall, dass genau 400 ccm Destillat gewonnen sind; sind weniger erhalten, was dann der Fall ist, wenn wenig Pentosen in der untersuchten Substanz vorhanden sind, so muss man entweder so viel Salzsäure von 1.06 spez. Gewicht vor der Sättigung mit Soda zusetzen, wie an 400 ccm fehlt, oder aber nach der Sättigung des erhaltenen geringeren Destillates so viel Kochsalz zusetzen, wie dem obigen Salzsäurezusatz entspricht, und in der Dissertation haben wir eine kleine Tabelle[2]) gegeben, welche die Rechnung erleichtert.

Da in 400 ccm oder 424 g Destillat 50.88 g HCl und nach dem Sättigen 80.5 g NaCl vorhanden sind, so muss man für je 100 ccm, welche an 400 ccm fehlen, 20.4 g Kochsalz oder folgende Mengen hinzuwägen.

---

[1]) Es ist mit dem Einen von uns von Herrn stud. Mann geschehen, und wir hoffen, bald darüber berichten zu können.

[2]) Die unten folgende Tabelle 3 weist eine sehr kleine Differenz gegenüber der in der Dissertation befindlichen auf.

Tabelle 3.

Erhalten im Destillat ccm	fehlen an 400 ccm ccm	hinzuzufügen an Kochsalz g
400	0	0
350	50	10.2
300	100	20.4
250	150	30.5
200	200	40.7
150	250	50.9
100	300	61.1
50	350	71.3

Nach dem Kochsalzzusatz füllt man mit Wasser zu 500 ccm auf.

Man kann auch, statt das Kochsalz abzuwägen, die entsprechende Menge einer Kochsalzlösung zusetzen, und zwar am bequemsten, nachdem man das Volum des Destillates ermittelt und $^1/_4$ hinzugerechnet hat, indem man das nun noch an 500 ccm fehlende von einer Lösung von 163 g Kochsalz in 1 Liter zusetzt und dann mit Wasser zu 500 ccm auffüllt. Sind z. B. 200 ccm Destillat erhalten, so neutralisiert man zuerst, rechnet dann $200 + \frac{200}{4} = 250$ ccm, und setzt nun $500 - 250 = 250$ ccm der Lösung von 163 g Kochsalz im Liter hinzu. So hat man

200 ccm Destillat = 40.75 g NaCl (s. o.)
250 „ Kochsalzlösung = 40.75 „ „
81.50 g NaCl,

d. h. dieselbe Menge Kochsalz, welche beim Verarbeiten von 400 ccm Destillat vorhanden ist.[1])

III. Bestimmung der Ausbeute an Hydrazon aus abgewogenen Mengen Arabinose und Xylose.

a) Arbeiten mit Arabinose oder Xylose ohne Beimengung.

In dem Vorhergehenden war von der Bestimmung von Furfurol die Rede, und zwar in der ausgesprochenen Absicht, aus dem Furfurol auf die ursprünglich vorhanden gewesenen Mengen an Pentosen in den Vegetabilien zu schliessen. Zu diesem Zwecke muss experimentell bestimmt werden, wie viel Prozent Furfurol aus Arabinose resp. Xylose entsteht

[1]) Herr Dr. de Chalmot hat mir vor kurzem einen ähnlichen Vorschlag gemacht. T.

Diese Arbeiten sind von GÜNTHER sowohl als DE CHALMOT früher ausgeführt, und auch wir haben sie wiederholt, indem wir von 0.1 bis 2.5 g der betreffenden Pentosen auf die jetzt als vollkommenste erkannte Weise mit Salzsäure destillierten, das Destillat (eventuell noch Kochsalzzusatz) mit Phenylhydrazinacetat fällten, den Niederschlag absogen, trockneten, wogen. Da nun die Umrechnung des Hydrazons auf Furfurol nach dem oben mitgeteilten noch eine gewisse Unsicherheit bietet, und folglich ebenfalls die Umrechnung der so gefundenen Furfurolprozente auf Arabinose und Xylose, sind wir bei diesen Versuchen beim Thatsächlichen geblieben, indem wir einfach das Verhältnis der entstandenen Hydrazonmengen zu den angewandten Pentosen bestimmten.

Tabelle 4.

Angew. Arabinose	A. Arabinose. Gefundenes Hydrazon			Angew. Xylose	B. Xylose. Gefundenes Hydrazon		
	I	II	Mittel		I	II	Mittel
g	g	g	g	g	g	g	g
0.1	0.0529	0.0515	0.0522	0.1	0.0817	0.0827	0.0822
0.25	0.1900	0.1883	0.1891	0.25	0.2419	0.2449	0.2432
0.50	0.3898	0.3911	0.3905	0.50	0.4916	0.4941	0.4928
0.75	0.5792	0.5721	0.5756	0.75	0.7273	0.7275	0.7274
1.0	0.8147	0.8132	0.8139	1.0	0.9821	0.9844	0.9832
1.5	1.2115	1.2178	1.2146	1.5	1.4667	1.4715	1.4691
2.0	1.6179	1.6109	1.6144	2.0	1.9431	1.9399	1.9415
2.5	2.0237	2.0173	2.0205	2.5	2.4231	2.4262	2.4248

Aus obigen Zahlen kann man Formeln berechnen, welche stets erlauben, aus dem erhaltenen Hydrazon die Mengen an Arabinose oder Xylose zu berechnen, welche das Hydrazon geliefert haben. Mit Arabinose können wir aus dem zweiten und letzten Gliede der Reihe folgende Gleichungen aufstellen:

$$\begin{array}{cc} \text{Hydrazon} & \text{Arabinose} \\ 0.1891\ x + y & = 0.25 \\ 2.0205\ x + y & = 2.50 \end{array}$$

in welchen der Wert von $x = 1.229$ und von $y = 0.0177$ ist. Bei Anwendung dieser Formel (Hydrazon $\times$ 1.229 + 0.0177 = Arabinose) auf obige Reihen bekommen wir sehr gute Zahlen. (Nur die Zahlen der sehr kleinen Menge, 0.1 g Arabinose, bilden eine Ausnahme).

Tabelle 5.

Angew. Arabinose g	Gefundenes Hydrazon Mittel g	Hydrazon × 1.229 + 0.0177 = berechneter Arabinose g
0.1	0.0522	0.0819
0.25	0.1891	0.2501
0.50	0.3905	0.4976
0.75	0.5756	0.7251
1.0	0.8139	1.0179
1.5	1.2146	1.5104
2.0	1.6144	2.0018
2.5	2.0205	2.5008

Gleiche Berechnungen aus dem zweiten und letzten Gliede der Xylose-Reihe ergeben $x = 1.031$ und $y = 0.001$, und die Formel zur Umrechnung des Hydrazons zu Xylose ist Hydrazon × 1.031 — 0.001 = Xylose. Mit dieser Formel bekommen wir bei obiger Xylose-Reihe:

Tabelle 6.

Angewandte Xylose g	Gefundenes Hydrazon Mittel g	Hydrazon × 1.031—0.001 = berechneter Xylose g
0.1	0.0822	0.0837
0.25	0.2434	0.2500
0.5	0.4928	0.5071
0.75	0.7274	0.7489
1.0	0.9832	1.0127
1.5	1.4691	1.5136
2.0	1.9415	2.0007
2.5	2.4248	2.4990

Diese Zahlen stimmen in der Regel so gut überein, dass wir diese Formeln als richtig annehmen können, und man kann dann als Mittel aus den beiden Formeln für Arabinose und Xylose eine dritte für Pentosen im allgemeinen berechnen. Letztere kommt in Anwendung, wenn man nicht weiss, ob Arabinose oder Xylose aus der betreffenden Substanz entstehen. Man hat also die folgenden Formeln:

I. Arabinose = Hydrazon × 1.229 + 0.0177
II. Xylose = Hydrazon × 1.031 − 0.001[1])
III. Pentosen (Durchschnitt von Arabinose u. Xylose) = Hydrazon × 1.13 + 0.0083.

Die folgende Tabelle, welche mittelst der obigen Formeln berechnet ist, erleichtert die Umrechnung von Hydrazon auf Arabinose und Xylose und ferner auf Pentosen. In die Tabelle ist auch die mittelst des Faktors 0.538 berechnete Furfurolmenge eingefügt, doch geben wir diese Zahlen, wie oben angeführt, nur unter Reserve.

Tabelle 7.

Hydrazon g	Furfurol g	Arabinose g	Xylose g	Pentosen g
0.1	0.0538	0.1406	0.1021	0.1213
0.2	0.1076	0.2635	0.2052	0.2343
0.3	0.1614	0.3846	0.3083	0.3473
0.4	0.2152	0.5093	0.4114	0.4603
0.5	0.2690	0.6222	0.5145	0.5683
0.6	0.3228	0.7551	0.6176	0.6863
0.7	0.3766	0.8780	0.7207	0.7993
0.8	0.4304	1.0009	0.8238	0.9123
0.9	0.4842	1.1238	0.9269	1.0253
1.0	0.5380	1.2467	1.0300	1.1383
1.1	0.5918	1.3696	1.1331	1.2513
1.2	0.6456	1.4865	1.2362	1.3643
1.3	0.6994	1.6154	1.3393	1.4773
1.4	0.7532	1.7383	1.4424	1.5903
1.5	0.8070	1.8612	1.5455	1.7033
1.6	0.8608	1.9841	1.6486	1.8163
1.7	0.9146	2.1070	1.7517	1.9293
1.8	0.9684	2.2299	1.8548	2.0423
1.9	1.0222	2.3528	1.9579	2.1553
2.0	1.0760	2.4757	2.0610	2.2683
2.1	1.1298	2.5986	2.1641	2.3813
2.2	1.1836	2.7215	2.2672	2.4943
2.3	1.2374	2.8444	2.3703	2.6073
2.4	1.2912	2.9673	2.4734	2.7203
2.5	1.3450	3.0902	2.5765	2.8333
2.6	1.3988	3.1954	2.6796	2.9463
2.7	1.4526	3.3360	2.7827	3.0593
2.8	1.5064	3.4412	2.8858	3.1723
2.9	1.5602	3.5818	2.9889	3.2853
3.0	1.6140	3.7047	3.0920	3.3983

[1]) Nach Beendigung dieser Arbeit hat in Gemeinschaft mit dem Einen von uns Herr stud. F. Mann eine neue Untersuchungsserie über die Ausbeuten an Hydrazon aus Xylose ausgeführt, und es möge hier kurz mitgeteilt werden, dass die erhaltenen Zahlen annähernd die oben angegebenen sind; sie sind aber im Mittel um ein geringes höher ausgefallen, so dass der Faktor 1.031 etwas erniedrigt werden muss. Der Unterschied kommt übrigens, wenigstens bei nicht zu hohem Gehalt der Vegetabilien an Xylan, kaum in Betracht. Näheres hoffen wir bald mitzuteilen.

Bei Substanzen, von welchen man weiss, dass sie nur oder fast nur Arabinose liefern, benutzt man die Arabinoseformel, so z. B. bei Kirschgummi, Tragantgummi, Rübenmark, während bei Holz, Holzgummi, Weizenstroh und wahrscheinlich anderen Stroharten die Xyloseformel benutzt werden muss.

b) Bestimmung der Hydrazon- und Furfurolausbeute aus reinen Pentosen, denen andere Stoffe beigemengt sind.

Nachdem mit reiner Arabinose und Xylose die Methode völlig festgestellt war, so dass das entstandene Hydrazon ein sicheres Mittel zur Bestimmung der gegenwärtig gewesenen Arabinose resp. Xylose giebt, blieb noch übrig, zu versuchen, ob, wenn Arabinose resp. Xylose mit Stärke oder anderen Hexa-Kohlenhydraten gemengt ist, welche kein oder fast kein Furfurol liefern, die Menge des schliesslich erhaltenen Hydrazons ebenso gross ist, wie bei derselben Quantität Xylose ohne Beimengung, denn in der Natur kommen die Pentosen nie allein vor, sondern stets gemengt mit Stärke, Zucker- und Gummiarten, Cellulose u. s. w.

Die folgenden Versuche zeigen die Wirkung von verschiedenen Mengen Stärke. Es wurde hierbei stets 1 g Xylose mit weniger oder mehr Stärke destilliert.

Tabelle 8.

Angewandte Xylose g	Zugegebene Stärke g	Gefundenes Hydrazon g	Gefunden Xylose g
1	—	0.9821	1.011
1	—	0.9844	1.014
1	1	0.9526	0.981
1	1	0.9555	0.984
1	2	0.9281	0.956
1	2	0.9317	0.960
1	3	0.9033	0.930
1	3	0.9089	0.936

Danach bekommt man mit 3 g Stärke ca. 4% Furfurol zu wenig, und beim Rechnen auf Xylose findet man statt 1 g Xylose bei Beimengung von 1 g Stärke 0.982, von 2 g Stärke 0.958 g, von 3 g Stärke 0.933 g, während ohne Beimengung 1.012 g Xylose gefunden worden sind.

Ferner haben wir Xylose mit Cellulose in der Form von Filtrierpapier destilliert, und zwar mit folgenden Resultaten:

Tabelle 9.

Xylose g	Filtrierpapier g	Gefundenes Hydrazon g	Gefunden Xylose g
1	0	0.9821	1.011
1	0	0.9844	1.014
1	3	0.9910	1.021
1	3	0.9925	1.022

Diese Proben zeigen, dass Filtrierpapier die Resultate etwas erhöht, die Differenzen sind aber zu unbedeutend, um die Genauigkeit wesentlich zu stören.

(Eine Probe mit 5 g Filtrierpapier ohne Xylose ergab keine bemerkbare Hydrazonfällung.)

Die folgenden Proben sind mit Rohrzucker und Xylose ausgeführt:

Tabelle 10.

Xylose g	Rohrzucker g	Gefundenes Hydrazon g	Gefunden Xylose g
1	0	0.9821	1.011
1	0	0.9844	1.014
1	3	0.9693	0.998
1	3	0.9746	1.004

Hier sehen wir etwas niedrigere Zahlen, wenn Rohrzucker vorhanden ist, und Dextrose und Lävulose, welche oft in bedeutender Menge in Pflanzen- und Futterstoffen vorhanden sind, werden wohl dieselbe Wirkung haben.

Die Gegenwart von viel Stärke und Zuckerarten erniedrigt also das Resultat der Destillation von Pentosen mit Salzsäure um einige Prozente, und es scheint kein Mittel zu geben, diesen Fehler zu beseitigen. Dies bildet eine bis jetzt unvermeidliche Ungenauigkeit aller Methoden der Pentosenbestimmung, welche auf die Destillation mit Salzsäure gegründet sind.

IV. Bestimmung der Hydrazon-Ausbeute bei Destillation von weniger oder mehr Substanz mit Salzsäure.

Die folgenden Proben mit Weizenstroh und Kirschgummi wurden ausgeführt, um zu sehen, ob durch die Destillation von mehr oder weniger Substanz derselbe relative Prozentsatz an Furfurol bekommen wird, oder ob sich Differenzen zeigen, wenn einmal 2 oder 3 g, ein anderes Mal 5 g destilliert werden.

Tabelle 11.

Versuche mit Weizenstroh:

Angewandtes Kirschgummi g	Gefundenes Hydrazon g	Gefunden Xylose g	Xylose %
5	1.1417	1.176	23.52
5	1.1386	1.174	23.48
3	0.6974	0.718	23.93
3	0.7047	0.726	24.20

Versuche mit Kirschgummi:

Angewandtes Kirschgummi g	Gefundenes Hydrazon g	Gefunden Arabinose g	Arabinose %
5	1.9206	2.378	47.56
5	1.9133	2.369	47.38
2	0.8494	1.062	53.10
2	0.8438	1.055	52.75

Bei Anwendung von Stroh ist der Unterschied gering, bei Anwendung des an Pentosen sehr reichen Materials, des Kirschgummis, dagegen ist der Unterschied bedeutender gewesen, da 2 g 4% Xylose mehr liefern als 5 g. Wir halten das mit 2 g erhaltene Resultat für die richtigere Zahl, da die oben angeführten Destillationen mit reiner Arabinose und Xylose auch mit weniger Material ausgeführt sind.

Diese bei Anwendung von mehr oder weniger Substanz auftretenden Differenzen sowie die bei Gegenwart von viel Stärke sich zeigenden sind bis jetzt nicht zu vermeiden, und sie vermindern die Sicherheit der Resultate. Es ist jedoch hervorzuheben, dass nur bei Substanzen, welche sehr reich an

Pentosen sind (z. B. bei Kirschgummi) oder welche sehr viel Stärke enthalten, die auftretenden Differenzen sehr erheblich sind. Wenn man mit Stoffen, wie z. B. Stroh, arbeitet und von diesen stets 5 g anwendet, werden die für Xylose erhaltenen Zahlen von der Wahrheit höchstens in den allerschlimmsten Fällen um 1—2 $^0/_0$ abweichen.

V. Versuch, die Differenzen zwischen den Resultaten der Methoden von Günther und von de Chalmot-Flint zu erklären.

Bei den früher von Günther, de Chalmot und Tollens publizierten Resultaten der Untersuchung von Vegetabilien[1]) bemerkt man, dass dasselbe Material bei der Prüfung nach der Günther'schen Titriermethode und der de Chalmot'schen Gewichtsmethode zuweilen erhebliche Differenzen gezeigt hat, und besonders bei Tannenholz ist dies auffallend, denn, während die Methode von Günther und Tollens 13 $^0/_0$ Pentosen gegeben hatte, sind von de Chalmot nur 7.9 $^0/_0$ gefunden worden.

Um diesem näher zu treten, haben wir je 5 g Tannenholzspäne auf beide Weisen geprüft und folgende Resultate erhalten:

Tabelle 12.

A. Titrations-Methode:

1. Mit essigsaurem Phenylhydrazin
(mit reinem Furfurol eingestellt glich 1 ccm dieser Lösung 0.03185 g Furfurol).

Angewandtes Tannenholz g	Phen.-Hydr.-Lös. erforderlich ccm	gleich Furfurol g	Furfurol $^0/_0$
5	10.0	0.3185	6.37
5	10.8	0.3440	6.88

2. Mit salzsaurem Phenylhydrazin und essigsaurem Natron.
(mit reinem Furfurol eingestellt glich 1 ccm dieser Lösung 0.03987 g Furfurol).

Angewandtes Tannenholz g	Phen.-Hydr.-Lös. erforderlich ccm	gleich Furfurol g	Furfurol $^0/_0$
5	7.9	0.3150	6.23
5	8.0	0.3190	6.38

[1]) Ber. d. d. ch. Ges. 24, S. 3583.

B. Gravimetrische Methode:

Angew. Tannen-holz g	Gefundenes Hydrazon g	Hieraus berechntes Furfurol g	Furfurol %	Gefunden Xylose g	Xylose %
5	0.3776	0.2032	4.06	0.388	7.76
5	0.3845	0.2069	4.14	0.395	7.90
5	0.3811	0.2050	4.10	0.392	7.84
5	0.4250	0.2286	4.57	0.437	8.74

Die Titriermethoden haben also im Mittel 6.46 % Furfurol, die gravimetrische Methode hat dagegen nur 4.22 % Furfurol gegeben, d. h. die Titriermethode hat die Hälfte Furfurol mehr geliefert, als die gewichtsanalytische. Letztere hat im Mittel zu 8.06 % Xylose im Tannenholz geführt, erstere zu 12 % Xylose (Differenz 4 %).

Wir konnten uns nicht denken, dass diese Differenzen der gewichtsanalytischen Furfurolbestimmung zur Last zu legen sind, wohl aber, dass beim Titrieren der Destillate (neben der durch den Kochsalzgehalt hinzugebrachten Unsicherheit) zu viel Phenylhydrazinacetat verbraucht sei. Letzteres muss der Fall sein, wenn neben dem Furfurol andere Zersetzungsprodukte der Kohlenhydrate vorhanden sind, welche, obgleich sie mit Phenylhydrazin kein schwerlösliches Hydrazin abscheiden, doch mit dem Phenylhydrazin zu einer Verbindung zusammentreten. Diese Substanzen werden vor dem Furfurol oder gleichzeitig mit dem Furfurol Phenylhydrazin absorbieren und somit die Quantität der Titrierflüssigkeit, welche nötig ist, um das Furfurol so zu binden, dass keine Anilin-Rotfärbung mehr eintritt, vergrössern. Solche Substanzen sind z. B. Aceton und Lävulinsäure. Um zu finden, ob diese im Destillat vorkommen, haben wir folgende Proben ausgeführt.

Das aus 5 g Tannenholz mit Salzsäure erhaltene Destillat giebt auf Zusatz von Jod und Natron spurenweise die bekannte Jodoformreaktion. Diese kann sowohl von Aceton als auch von Lävulinsäure herrühren, denn beide geben mit Jod und Natron sofort Jodoform. Um zu finden, ob Aceton vorhanden ist, wurden von dem gesamten Destillate von 5 g Tannenholz einige ccm abdestilliert. Das so erhaltene Destillat gab

einmal die Jodoformreaktion, ein anderes Mal nicht. Der Destillationsrückstand dagegen gab sehr deutlich die Reaktion, als er mit Natron alkalisch gemacht und dann mit Jodlösung versetzt wurde; die bald entstehende Trübung setzte sich zu Boden, und in dem kleinen gelblichen Niederschlage waren unter dem Mikroskop deutliche Sechsecke und Sterne sichtbar, daneben waren grosse weisse Flocken ausgefallen. Alkohol löste das Jodoform, und beim Verdunsten der filtrierten Lösung schieden sich gelbe Dendriten, Sechsecke und Sterne ab.

Es sind also im ursprünglichen Destillate Substanzen, welche beim neuen Destillieren nicht oder kaum zuerst übergehen, und folglich kann Aceton, wenn überhaupt, nur wenig vorhanden gewesen sein. Wohl aber stimmt das ganze Verhalten auf Lävulinsäure, denn diese Säure ist wenig mit Wasserdampf flüchtig, sie wird zwar beim ersten langen Destillieren mit Salzsäure in geringen Mengen in das Destillat gehen, beim Abdestillieren einiger ccm von diesem Destillat dagegen bleibt sie im Rückstand. Das Vorkommen von Spuren Lävulinsäure, welche bekanntlich aus allen Hexakohlenhydraten mit Salzsäure entsteht[1], im Destillat von Tannenholz und vermutlich vielen anderen Stoffen hat somit nichts auffallendes.

Um die Grösse des Einflusses der Beimengung von Aceton und Lävulinsäure bei der Günther'schen Methode zu bestimmen, haben wir einige Versuche ausgeführt, in welchen einerseits Furfurol allein, andererseits dieselbe Menge Furfurol, mit etwas Aceton resp. Lävulinsäure vermengt, nach Günther mit essigsaurem Phenylhydrazin bis zum Aufhören der Rötung mit Anilinacetat titriert wurde.

(Siehe Tabelle 13 S. 396.)

Hier sehen wir einen bedeutenden Unterschied, und zwar wird um so mehr Phenylhydrazin verbraucht, je mehr Aceton oder Lävulinsäure vorhanden ist. Hat man nun den Wirkungswert der Phenylhydrazinlösung mit reinem Furfurol (ohne Beimengung von Lävulinsäure) festgestellt, so findet man bei Anwendung dieses Wirkungswertes zu viel Furfurol, wenn Lävulinsäure vorhanden ist, und bekommt bedeutend höhere Zahlen, als dem Furfurol entspricht, und dies ergiebt natürlich einen unrichtigen Schluss in Bezug auf die Pentosen in der destillierten Substanz. Dieser fundamen-

[1] Landw. Vers.-Stat. XXXIX, S. 405.

tale Fehler wird allen Tritiermethoden mit Phenylhydrazin anhaften. Bei der gravimetrischen Methode dagegen ist dieser Fehler nicht vorhanden, denn verdünnte Lösungen von Aceton oder Lävulinsäure geben, mit essigsaurem Phenylhydrazin versetzt, keinen Niederschlag. Folglich muss man die Titriermethoden verlassen und die gravimetrische Methode anwenden.

Tabelle 13.

Angewandtes Furfurol g	Beimengung g	Phen.-Hydr.-Lös. erforderlich ccm	1 ccm Phen.-Hydr.-Lös. = Furfurol g
0.20466	—	7.1	0.02883
"	—	7.0	0.02923
"	0.2 Aceton	8.35	0.02451
"	0.2 "	8.4	0.02436
"	0.5 "	10.05	0.02036
"	0.5 "	10.2	0.02006
"	0.2 Lävulinsäure	8.8	0.02326
"	0.2 "	8.75	0.02339
"	0.5 "	10.5	0.01949
"	0.5 "	10.5	0.01949

VI. Umrechnung der Pentosen auf Pentosan.

Nun ist jedoch noch etwas anderes zu bedenken.

In den Vegetabilien, wie Holz, Stroh etc., auch Gummiarten u. s. w. sind, wie eine einfache Probe mit Fehling'scher Lösung zeigt, die Pentosen nicht als solche, sondern in kondensierterer Form vorhanden, aus welchen sie erst durch das Erhitzen mit Säure freigemacht werden, indem ähnlich, wie bei der Entstehung von Dextrose aus Stärke, Wasser in das Molekül eintritt.

Diese kondensierteren Ursprungssubstanzen der Pentosen sind in ganz reinem Zustande vielleicht noch unbekannt, doch ist sicher, dass sie wasserärmer als die Pentosen sind. Sie werden nach dem Vorschlage von Stone am besten als Pentosan zusammengefasst, und zu diesen gehört das Araban von E. Schulze[1]), welches vielleicht mit der Metapektinsäure Scheiblers identisch ist, und das Xylan oder das Holzgummi.

---

[1]) Ber. d. d. ch. Ges. 23, S. 3110.

In der That hat die Analyse dieser Stoffe stets gezeigt, dass sie der Formel nach aus den Glykosen durch Verlust von Wasser entstehen können, aber es ist bis jetzt nicht ganz sicher zu entscheiden, ob die Pentosane $C_5H_8O_4$, d. h. $C_5H_{10}O_5 \div H_2O$ oder $C_{10}H_{18}O_9$, d. h. $2\ C_5H_{10}O_5 \div H_2O$, sind. Wahrscheinlich ist jedoch die Formel $C_5H_8O_4$, welche von einem Moleküle Arabinose oder Xylose sich ableitet, richtig, denn ausser der Analogie mit der Stärke, welche ebenso von einem Molecüle Dextrose $C_6H_{12}O_6$ deriviert und die Formel $C_6H_{10}O_5$ (oder wenigstens eine sehr ähnlich zusammengesetzte) besitzt, sprechen die Analysen des Holzgummi oder Xylosen hierfür, denn von Figuier, Th. Thomsen, Schuppe, Koch, Wheeler und Tollens sind im niedrigsten Falle 43.0 %, im höchsten Falle 4.57 % Kohlenstoff gefunden, neben 5.9—6.8 % Wasserstoff[1]).

Berechnet für

	$C_{10}H_{18}O_9$ %	$C_5H_8O_4$ %
C	42.55	45.45
H	6.38	6.07

doch ist obiger Schluss noch nicht ganz sicher, weil das Holzgummi nach unseren Furfuroldestillationen (s. u.) nicht die genügende Qualität an Xylose berechnen lässt und somit noch andere Bestandteile enthalten muss.[2])

Einstweilen nehmen wir aber die Formel $C_5H_8O_4$ als die wahrscheinlichste an und rechnen folglich nach der Proportion $C_5H_{10}O_5 : C_5H_8O_4$ = Pentose : Pentosan die Prozente an Arabinose oder Xylose auf Pentosan um, und multiplizieren sie also mit $\frac{132}{150}$ oder 0.88.

---

[1]) Ber. d. d. ch. Ges. 24, S. 3584.

[2]) Günther und Tollens haben mittelst der Titriermethode 108.6 % Xylose im Holzgummi gefunden, diese sehr hohe Zahl würde auf Xylan umgerechnet 95.6 % entsprechen, somit sehr gut passen, aber wie oben angegeben, sind die mittelst der Titriermethode erhaltenen Zahlen nicht so verlässlich, wie die auf gewichtsanalytischem Wege erhaltenen, weil der Einfluss des Kochsalzes nicht genügend berücksichtigt worden war, und weil leicht Lävulinsäure sich beimischen und die Resultate erhöhen kann.

VII. Jetzige Ausführung der Pentosen-Bestimmungsmethode von de Chalmot, Flint, Tollens.

(s. Tafel VI.)

Es sei erlaubt, im folgenden die Methode zu beschreiben, wie sie sich nach möglichster Beseitigung der im obigen beschriebenen Fehlerquellen jetzt gestaltet hat.

Der Destillationsapparat ist völlig der von Günther und besonders de Chalmot angewandte (s. Dissert. von Dr. de Chalmot) und ebenfalls die Destillationsarbeit.

Ein Kolben von 250—350 ccm Inhalt wird auf einem Dreifuss in einem emaillierten eisernen Schälchen in einem Bade aus Rose'schem Metall erhitzt (s. Tafel VI Fig. 1). Der Kolben trägt einen Gummistöpsel. durch welchen eine Hahnpipette bis etwas unter den Hals des Kolbens und das Destillationsrohr bis eben unter den Stöpsel reichen. Das Destillationsrohr ist nicht zu eng und unterhalb der Biegung zu einer Kugel erweitert. Die Dämpfe werden in den Kühler geleitet. — Als solcher dient uns unsere Kühlvorrichtung der Kjeldahl'schen Stickstoffbestimmungsmethode, d. h. ein grösserer Zinkblechkasten, der mit Wasser gefüllt ist, und durch welchen 2 Röhren aus böhmischem Glase passieren, letztere sind am Ausfluss etwas verengt und nach abwärts gebogen.

In den Kolben bringt man meist 5 g Substanz und nur bei an Pentosen sehr reichen Substanzen, wie Holzgummi oder Kirschgummi, weniger, man übergiesst mit 100 ccm Salzsäure von 1.06 spez. Gewicht und erhitzt das Metallbad, so dass in 10—15 Minuten 30 ccm überdestillieren, was der Fall ist, wenn das Metallbad ca. 160° warm ist. Das Destillat wird in kleinen Cylindern mit Marke bei 30 ccm aufgefangen. Sobald 30 ccm überdestilliert sind, giesst man den Cylinderinhalt in ein Becherglas mit Marke bei 500 ccm, giesst 30 ccm frische Salzsäure durch die Hahnpipette in den Destillationskolben und destilliert weiter.

Die Destillation wird fortgesetzt, bis ein Tropfen des Destillates, welchen man auf mit einem Tropfen einer Lösung von Anilin in wenig 50%iger Essigsäure befeuchtetes Papier fallen lässt, keine rote Reaktion mehr ergiebt. Wenn das Destillat 400 ccm beträgt, ist nur Sättigung mit kohlensaurem Natron, sowie Wiederansäuern mit einigen Tropfen Essigsäure erforderlich, beträgt es weniger, so kann man entweder dem Destillate Salzsäure von 1.06 spez. Gewicht zusetzen, um die

Menge zu 400 ccm zu ergänzen (wir haben 400 ccm als die höchste Menge, welche bei gewöhnlichen Proben überdestilliert wird, angenommen), welche man dann mit Natronkarbonat und Essigsäure neutralisiert, oder man kann die Menge der destillierten Säure messen, darauf neutralisieren, und die durch Berechnung als fehlend festgestellte Menge Kochsalz zugeben (s. o. S. 383/384).

Zum Neutralisieren benutzt man das Natr. carbon. sicc. pur. des Handels, welches man durch ein 1 mm Sieb getrieben hat.

Jetzt sind 10 ccm einer Lösung von essigsaurem Phenylhydrazin (12 g Phenylhydrazin, 7.5 g Eisessig im Wasser zu 100 ccm) mittelst einer Pipette zuzugeben. Man probiert der Sicherheit halber, ob ein Tropfen der mit 10 ccm Phenylhydrazin versetzten trüben Flüssigkeit Anilinacetat nicht mehr rötet und setzt eventuell noch etwas Phenylhydrazin hinzu. Die Lösung ist dann eine halbe Stunde lang mit Hilfe eines gebogenen Glasstabes und einer Turbine oder eines ähnlichen Apparates umzurühren (s. Fig. 2). Bei diesem konstanten Umrühren scheidet sich der Niederschlag viel besser aus und lässt sich besser filtrieren, als bei ruhigem Stehen. Der Niederschlag, welcher an dem Glasrührer und dem Becherglase hängt, kann leicht mittelst einer Feder abgewaschen werden. In den Filtrationsröhren haben wir, wie angegeben, Glaswolle statt Asbest benutzt, da sie viel schneller und gleich gut wirkt. Die Glaswolle wird am besten nach einigen Filtrationen erneuert, denn sie wird allmählich verstopft.

Das Filtrierröhrchen steckt man auf eine Saugflasche, welche mit der Strahlpumpe evacuiert wird. Am bequemsten setzt man einen weithalsigen Trichter mittelst eines gut schliessenden Korkes auf das Filtrierröhrchen, giesst dann Flüssigkeit und Niederschlag allmählich ein und lässt nach Bedarf die Saugepumpe wirken. Die Filtration und Waschung mit Hilfe der Pumpe dauert nur 10—15 Minuten. Das Filtrat ist zwar klar, aber bald trübt es sich wieder etwas. Die Röhrchen werden dann im Vacuum mit geringem Zutritt trockener Luft getrocknet. Der Trockenapparat (s. Fig. 3) ist der von de Chalmot benutzte, er besteht aus einem mit Bimstein und Schwefelsäure beschickten Trockenturm f zwischen zwei Schwefelsäureflaschen e und g. Die getrocknete Luft passiert dann durch ein Röhrchen mit Marmorstückchen h und tritt in die Röhrchen mit dem Hydrazon i ein.

Die Röhren werden in dem einfachen, aus einem Blechkasten hergestellten Trockenapparat d, durch dessen Schlitze und Löcher sie passieren, getrocknet, sie sind an der verengten Seite mit dem nach der Strahlpumpe führenden Rohre c, an der andern Seite durch Gummistopfen und Kautschuck-Rohr mit der Röhre mit Marmor verbunden, und ein Schraubenquetschhahn k an dem betr. Kautschuckrohr bewirkt, dass die getrocknete Luft nur sehr langsam zutritt, so dass im Innern der Hydrazonröhren eine möglichst hohe Luftverdünnung sich findet. Es ist zweckmässig, zwischen den Filtrierröhren und der Pumpe ein Vacuummeter b einzufügen, welches zeigt, ob wirklich ein genügend verringerter Druck vorhanden ist, da nur unter diesen Umständen, d. h. bei einem beinahe vollkommenen Vacuum, der Niederschlag schnell und vollkommen trocknen kann. Der Trockenapparat ist für zwei Röhren eingerichtet, und durch passende Gabelröhren l hinter den betr. beiden Schwefelsäuretrockenflaschen und zwischen Trockenkasten und Vacuummeter c bewirkt man, dass ein Trockenturm für beide Röhren genügt. Anderthalb Stunden genügen zum vollständigen Trocknen. Die Röhren werden dann in einem Exsiccator Fig. 4 gekühlt, gewogen, und der Niederschlag wird mittelst Durchgiessens heissen Alkohols aufgelöst. Die Röhren werden mit Wasser gewaschen, darauf getrocknet und wieder gewogen. Die Differenz giebt die Menge des Furfurolphenylhydrazons, $C_5H_4O.N_2HC_6H_5$. Das Hydrazon wird dann mittelst der oben angegebenen Formeln auf Arabinose, Xylose, Pentose oder auf Furfurol umgerechnet. Die Prozente an Xylose, Arabinose oder Pentose werden dann durch Multiplikation mit 0.88 in Xylan, Araban, Pentosan umgewandelt.

VIII. Anwendung der de Chalmot-, Flint-, Tollensschen Methode auf Produkte der Natur.

1. Tannenholzsägespäne (s. S. 394).

Feuchtigkeit der lufttrockenen Substanz 13.46 %.

5 g (= 4.327 g Trockensubstanz) gaben:

	I	II	III	IV	Mittel
Hydrazon g	0.3776	0.3845	0.3811	0.4250	0.3921
Xylose g	0.3883	0.3954	0.3919	0.4372	0.4032
Xylose %	7.77	7.91	7.84	8.74	8.07
Xylose % der Trockensubstanz	8.98	9.14	9.06	10.09	9.32

2. Buchenholzspäne.

Feuchtigkeit 11.50 %. 5 g (= 4.425 g Trockensubstanz) gaben:

	I	II	Mittel
Hydrazon g	1.5032	1.5003	1.5018
Xylose g	1.5488	1.5458	1.5473
Xylose %	30.98	30.92	30.95
Xylose % der Trockensubstanz	35.12	35.05	**35.08**

Über die Analysen des Holzgummis aus Buchenholz s. unten.

3. Weizenstroh (s. S. 392).

Weizenstroh sowohl wie andere Stroharten sind ein vorzügliches Material zur Bereitung von Xylose.[1]) Günther hat 25.8 % Pentosen, de Chalmot 27.7 % gefunden. Wir haben folgende Zahlen bekommen.

Feuchtigkeit 3.21 %. 3 g (= 2.9097 g Trockensubstanz) gaben:

	I	II	Mittel
Hydrazon g	0.6974	0.7047	0.7011
Xylose g	0.7180	0.7265	0.7228
Xylose %	23.93	24.22	24.07
Xylose % der Trockensubstanz	24.73	25.02	**24.89**

Destillation von 5 g Weizenstroh gab 23.50 % Xylose in der lufttrocknen Substanz.

4. Maiskolben.

Stone[2]) hat kürzlich gefunden, dass entkernte Maiskolben (corncobs) eine grosse Menge Furfurol liefern, und er hat daraus 20 % Furfurol bekommen. Mit einer Probe Maiskolben vom hiesigen Versuchsfelde haben wir folgende Zahlen bekommen.

(Siehe erste Tabelle S. 400.)

Die obigen Maiskolben haben also, wie die von Stone untersuchten, recht viel Furfurol geliefert. Da die verschiedenen Varietäten von Mais ziemlich grosse Unterschiede in der Zu-

[1]) Ann. Chem. 271, S. 40.

[2]) Stone und Lutz, Ber. d. d. chem. Ges. XXIV, S. 1657.

sammensetzung zeigen, wird von Interesse sein, auch Maiskolben anderer Art, z. B. von einigen der grösseren und der Süss-Mais-Varietäten, zu analysieren. Ferner Maiskolben in verschiedenen Stadien der Reife.

Feuchtigkeit 2.93 %. 5 g (= 4.8535 g Trockensubstanz) gaben:

	I	II	Mittel
Hydrazon g	1.6582	1.6543	1.6563
Xylose g	1.7086	1.7046	1.7066
Xylose %	34.17	34.09	34.13
Xylose % der Trockensubstanz	35.20	35.12	**35.16**

5. Biertráber.

Auch dieses Material ist sehr reich an Pentosen, und zwar liefert es neben etwas Arabinose hauptsächlich Xylose.[1])

Günther fand 22.4—25.7 % Pentosen.

Feuchtigkeit 9.36 %. 5 g (= 4.532 g) gaben:

	I	II	Mittel
Hydrazon g	1.3460	1.3462	1.3461
Xylose g	1.3867	1.3869	1.3868
Xylose %	27.73	27.74	27.74
Xylose % der Trockensubstanz	30.60	30.60	**30.60**

6. Sulfit- und Natron-Cellulose.

Aus Fichten- und Tannenholz wird bekanntlich mittelst des sog. Sulfitprozesses „Cellulose" als vortreffliches Material zur Fabrikation von Papier hergestellt. Diese „Cellulose" ist nun nach verschiedenen früheren Untersuchungen[2]) keineswegs reine Cellulose, indem sie noch Methoxylgruppen und auch noch Ligninbestandteile enthält, weil sie beim Destillieren mit Jodwasserstoff Methyljodür, mit Schwefelsäure starke Schwärzung und mit dem Phloroglucinreagens

[1]) Stone und Tollens, Ann. Chem. 249, S. 234. C. Schulze, Inaug.-Diss., Göttingen 1892. Lintner und Düll erhielten Xylose aus „Gerstengummi" (Chem. Zeit. Rep. 1890, S. 272; 1891 S. 266).

[2]) Benedict und Bamberger, Sitzber. d. Wiener Akad., 99 B. II b., S. 295. — Lindsey und Tollens, Ann. Chem., 267, S. 344, 370.

in der Wärme Rötung giebt. Es war von Interesse, diese „Cellulosen“ auf Pentose zu untersuchen.

a) Sulfit-Cellulose.

Feuchtigkeit 6.96 %. 5 g (= 4.652 g Trockens.) gaben:

	I	II	Mittel
Hydrazon g	0.2500	0.2498	0.2499
Xylose g	0.2567	0.2565	0.2566
Xylose %	5.13	5.13	5.13
Xylose % der Trockensubstanz	5.52	5.51	**5.51**

b) Natron-Cellulose.

Feuchtigkeit 5.57 %. 5 g (= 4.7215 g Trockensubstanz) gaben:

	I	II	Mittel
Hydrazon g	0.2590	0.2569	0.2580
Xylose g	0.2660	0.2639	0.2655
Xylose %	5.32	5.28	5.30
Xylose % der Trockensubstanz	5.63	5.59	**5.61**

In beiden „Cellulosen“ ist folglich noch ziemlich viel Xylose oder Pentose als Xylan oder Pentosan enthalten.

7. Gummiarten.

a) Kirschgummi.

Feuchtigkeit 10.4 %. 2 g (= 1.792 g Trockensubstanz) dieser zur Bereitung von Arabinose dienenden Materials gaben:

	I	II[1])	Mittel
Hydrazon g	0.8494	0.8438	0.8466
Arabinose g	1.0616	1.0547	1.0582
Arabinose %	53.08	52.74	52.91
Arabinose % der Trockensubstanz	59.24	58.86	**59.05**

Eine Destillation von 5 g gab einen etwas niedrigeren Prozentsatz an Arabinose (47.47 % Arabinose auf lufttrockene Substanz berechnet). Die mit 2 g erhaltenen höheren Zahlen sind ohne Zweifel die richtigeren.

b) Tragantgummi. Aus diesem ist von Sachsse und Sandersleben[2]) Arabinose erhalten worden.

1) s. S. 392.

2) v. Sandersleben in Sachsse's Phytoch. Unters. S. 90.

5 g gaben:

	I	II	Mittel
Hydrazon g	1.5012	1.5034	1.5023
Arabinose g	1.8627	1.8654	1.8641
Arabinose %	37.25	37.31	**37.28**

8. Agar-Agar.

Agar-Agar liefert bei der Hydrolyse hauptsächlich Galaktose, und deshalb konnte man nicht sehr viel an Pentosen erwarten. Dieses hat sich in folgenden Proben bestätigt.

5 g gaben:

	I	II	Mittel
Hydrazon g	0.0818	0.0820	0.0819
Pentosen g	0.1007	0.1010	0.1009
Pentosen %	2.01	2.02	**2.02**

9. Holzgummi.

Der Teil des Holzes, welcher bei hydrolytischer Wirkung der Säure die Xylose und beim Destillieren mit Salzsäure das Furfurol liefert, ist das Holzgummi oder Xylan, und man konnte deshalb sehr hohe Prozente an Furfurol bei der Destillation des isolierten Holzgummis erwarten. Günther hat in der That 45.64 % (Mittel von 45.09, 45.43, 45.69, 45.37) Furfurol erhalten. Wir haben drei Proben von Holzgummi, die in dem Agr. chem. Laboratorium vorhanden waren, und eine Probe, welche wir selbst aus dem vorher analysierten Buchenholz extrahiert haben, untersucht.

Holzgummi No. I.

Aus Buchenholz mit 5%iger Natronlauge extrahiert.
Feuchtigkeit 5.28%. 2 g (= 1.8944 g Trockensubst.) gaben:

	I	II	Mittel
Hydrazon g	1.3634	1.3677	1.3655
Xylose g	1.4047	1.4090	1.4069
Xylose %	70.24	70.45	70.35
Xylose % der Trockensubstanz .	74.15	74.38	**74.26**

Holzgummi No. II.

Diese Probe war mit der Bezeichnung „nach dem Auskochen mit verdünnter Schwefelsänre durch Extrahieren mit Na OH, am Dampfkessel getrocknet“ versehen.

Feuchtigkeit 2.93 %. 2 g (= 1.9414 g Trockensubst.) gaben:

	I	II	Mittel
Hydrazon g	1.6952	1.6894	1.1670
Xylose g	1.7467	1.7408	1.7438
Xylose %	87.34	87.04	87.19
Xylose % der Trockensubstanz .	89.97	89.67	**89.82**

Holzgummi No. III.

Feuchtigkeit 5.05 %. 2 g (= 1.899 g Trockensubst.) gaben:

	I	II	Mittel
Hydrazon g	1.6984	1.6955	1.6970
Xylose g	1.7501	1.7471	1.7486
Xylose %	87.51	87.36	87.44
Xylose % der Trockensubstanz .	92.16	91.99	**92.07**

Holzgummi No. IV

haben wir selbst bereitet, und zwar nicht mit Natron, sondern mit Kalk. Wir benutzten dazn rindenfreie Buchenholzspäne, welche gut mit Wasser und darauf zweimal mit verd. Ammoniak und schliesslich zweimal mit Wasser ausgewaschen waren. Nach jeder Waschung war die Flüssigkeit gut abgepresst worden. 1 kg der gewaschenen Späne wurde dann in einem Wasserbade mit Kalkmilch, welche aus 3 g frischgelöschtem Kalk und 3—4 l Wasser bereitet war, erhitzt, und schliesslich eine Stunde lang über der freien Flamme gekocht und darauf gut ausgepresst. Das Extrahieren ward mit frischer Kalkmilch wiederholt. Die abgepressten Flüssigkeiten wurden im Wasserbade unter beständigem Umrühren auf ca. zwei Drittel eingedampft und filtriert. Das Gummi wurde dann in bekannter Weise mit Alkohol unter Zusatz von etwas Salzsäure, um den Kalk zu lösen, gefällt, mit Alkohol und schliesslich mit Äther gewaschen, ausgepresst und

über Schwefelsäure getrocknet. Das Produkt war ein feines, beinah weisses Pulver. Von 1 kg Späne bekamen wir nur 10.6244 g Gummi, also viel weniger, als mit Natron erhalten wird.

Feuchtigkeit 7.59 %. Aschengehalt 12.28 %.
2 g (= 1.6026 g aschenfreie Trockensubstanz) gaben:

	I	II	Mittel
Hydrazon g	0.9901	0.9932	0.9916
Xylose g	1.0198	1.0230	1.0214
Xylose %	50.99	51.15	51.06
Xylose % der aschenfreien Trockensubstanz	63.66	63.83	63.73

Zusammenstellung der Analysen von Holzgummi:

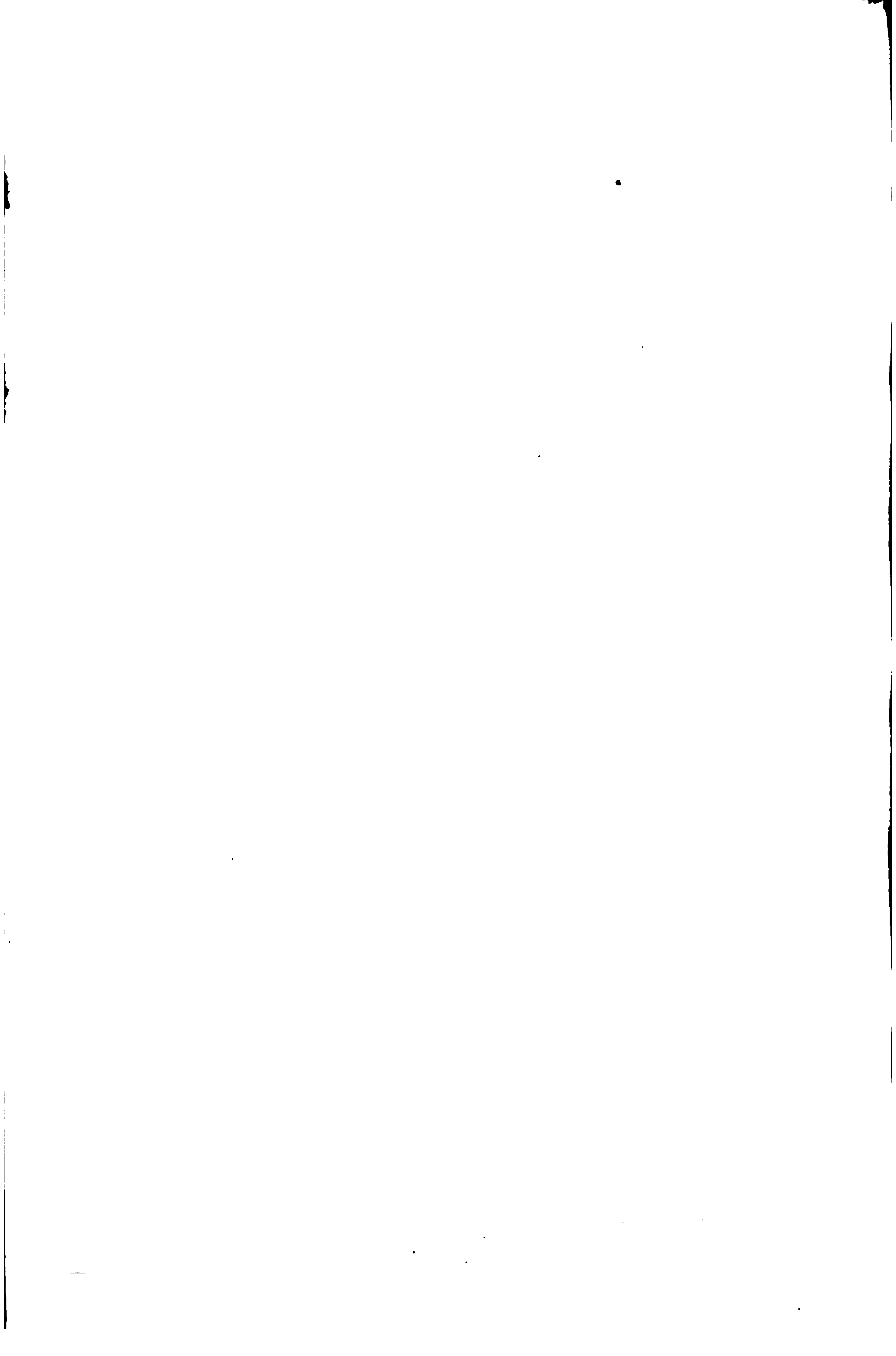
	Furfurol %	Xylose %
Holzgummi No. I	38.78	74.26
„ No. II	46.90	89.82
„ No. III	48.08	92.02
„ No. IV	33.30	63.73
Mittel von I bis III	44.59	85.37
„ „ I „ IV	41.77	79.98

Die Zahlen weichen in den vier Proben ziemlich bedeutend von einander ab. Das mit Kalk bereitete Gummi giebt die niedrigsten Zahlen.

Als Prozentsatz an Xylose hat sich als Mittel dreier verschiedener Proben Holzgummi 85.37 % ergeben. Wenn diese Zahl auch recht hoch ist, so ist sie doch noch ziemlich weit von 100 % entfernt, und selbst, wenn man einen nie fehlenden Aschengehalt von einigen Prozenten im Holzgummi in Betracht zieht, so kommt man kaum über 90 %, und dies macht auf Xylan berechnet höchstens $90 \times 0.88 = 79.2$ % aus.

Zusammenstellung der wie oben angegeben erhaltenen mittleren Prozentzahlen an Pentosen (Arabinose und Xylose), nebst den Zahlen für Furfurol, welche aus dem Hydrazon durch Multiplikation mit 0.538 (s. o) berechnet worden sind. Aus den Zahlen für Pentose sind diejenigen für Pentosan durch Multiplikation mit 0.88 gewonnen.

	Furfurol %	Xylose %	Arabinose %	Pentosen %	Pentosane %
Tannenholz	4.87	9.32	—	—	8.20
Buchenholz	18.20	35.08	—	—	30.87
Weizenstroh	12.99	24.89	—	—	21.90
Bierträber	16.03	30.60	—	—	26.93
Maiskolben	18.36	35.16	—	—	30.94
Sulfit-Cellulose . . .	2.89	—	—	6.25	5.50
Natron-Cellulose . . .	2.90	—	—	6.35	5.59
Kirschgummi	25.41	—	59.05	—	51.96
Tragantgummi . . .	16.17	—	37.28	—	32.81
Agar-Agar	0.88	—	—	2.02	1.78
Holzgummi No. I . .	38.78	74.87	—	—	65.36
„ „ II . .	46.90	89.83	—	—	79.05
„ „ III .	48.08	92.07	—	—	81.02
„ „ IV .	33.30	63.73	—	—	56.08



Vollständige Analysen von zehn ungarischen Bodenproben.

Von

Dr. ADOLF JOLLES.

(Aus dem chemisch-mikroskop. Laboratorium von Dr. MAX und Dr. AD. JOLLES in Wien.)

Wir haben im Auftrage Ihrer Hoheit der Herzogin von Oldenburg 10 aus Ungarn stammende Bodenproben, welche von dem Herrn Wirtschaftsrat HANUSS vorschriftsmässig entnommen und unserem Institute zugestellt wurden, einer vollständigen chemischen Analyse unterzogen. Nach einer brieflichen Mitteilung des Herrn Wirtschaftsrates HANUSS „sind die zehn Bodenproben fünf Stellen entnommen, welche die Gesamtbeschaffenheit des sogen. oberen Feldes repräsentieren dürften." Sie sind mit I—V „oben" und „unten" bezeichnet. „Oben" ist immer der Tiefe von 0—25 cm, „unten" von 25—45 cm entnommen. I repräsentiert etwa 30 Joch, II und III etwa 200 Joch, IV etwa 60 Joch V etwa 60 Joch.

Der Umstand, dass in der Fachliteratur nur wenige Angaben über vollständige Boden-Analysen zu finden sind, veranlasst uns, nachstehend unsere Resultate bekannt zu geben. Die Bodenanalysen wurden im allgemeinen nach den von KNOP angegebenen Methoden („Bonitierung der Ackererde") ausgeführt, wobei auch die in der Versammlung des Verbandes landw. Versuchs-Stationen zu Bremen für die chemische Analyse von Bodenproben gemachten Vorschläge [1]) berücksichtigt worden sind.

Wir lassen nun nachstehend die mit Unterstützung unseres gewesenen ersten Assistenten, des diplomierten Chemikers, Herrn F. WALLENSTEIN, ausgeführten Analysen folgen:

---

[1]) Landw. Vers.-Stat. XXXVIII, S. 303.

Bodenprobe „I oben".

Physikalische Analyse.

Grobgrandige Teile	26.80
Grobsandige Teile	39.30
Feinsandige Teile	9.22
Sandige Thon-Teile	6.35
Thonige Teile	12.50
Feuchtigkeit	3.19
Lösliches und Verlust	2.64
Summa	100.00

dazu kommen noch:

Steine, grössere, wie 10 mm im Durchmesser	22.00
Steine, 3—10 mm im Durchmesser	11.00
Summa	133.00

Volumengewicht von 1 Kubik-Decimeter	1302.0
Spezifisches Gewicht	2.6869
Absorptions-Vermögen für Wasser	47.68
Absorptions-Vermögen für Ammoniak	95.5

Chemische Analyse.

Kaliumoyxd	0.259	In kalter Salzsäure löslich d = 1.15.
Magnesia	0.65	
Kalk	19.04	
Manganoxyduloxyd	0.19	
Eisenoxyd + Aluminiumoxyd	0.19	
Kieselsäure	3.26	
Schwefelsäure	0.03	
Phosphorsäure	0.08	
Magnesia	0.05	In heisser Salzsäure löslich.
Kalk	0.02	
Eisenoxyd + Aluminimumoxyd	0.04	
Kieselsäure	3.18	Durch kalte und heisse Salzsäure aufgeschlossen und mit kohlensaurem Natrium aufgekocht.
Basische Oxyde	6.18	Durch konz. Schwefelsäure aufschliessbar.
Kieselsäure	3.90	
Basische Oxyde	6.29	Durch Fluorwasserstoffsäure aufschliessbar.
Kieselsäure	2.88	
Kohlensäure	32.31	
Humus	14.48	
Feuchtigkeit	6.85	Bei 105° C. entfernbar.
Chemisch gebundenes Wasser	3.19	Durch Glühen entfernbar.
Stickstoff	2.60	

Bodenprobe „I unten“.

Physikalische Analyse.

Grobgrandige Teile	48.95
Grobsandige Teile	27.62
Feinsandige Teile	7.00
Sandige Thon-Teile	5.43
Thonige Teile	6.43
Feuchtigkeit	2.04
Lösliches und Verlust	2.53
Summa	100.00

dazu kommen noch:

Steine, grössere, wie 10 mm im Durchmesser	15.00
Steine, 3—10 mm im Durchmesser	30.00
Summa	145.00

Volumengewicht von 1 Kubik-Decimeter	1312.0
Spezifisches Gewicht	2.7238
Absorptionsvermögen für Wasser	45.05 %
Absorptionsvermügen für Ammoniak	72.70 „

Chemische Analyse.

Kaliumoxyd	0.46	In kalter Salzsäure löslich d = 1.15.
Magnesia	0.36	
Kalk	31.60	
Manganoxduloxyd	0.18	
Eisenoxyd und Aluminiumoxyd	2.12	
Kieselsäure	0.06	
Schwefelsäure	0.17	
Phosphorsäure	0.06	
Magnesia	0.05	In heisser Salzsäure löslich.
Kalk	6.06	
Eisenoxyd und Aluminiumoxyd	1.83	
Kieselsäure	4.13	Durch kalte und heisse Salzsäure aufgeschlossen und mit kohlensaurem Natron ausgekocht.
Basische Oxyde	2.72	Durch konz. Schwefelsäure aufschliessbar.
Kieselsäure	3.58	
Basische Oxyde	1.42	Durch Fluorwasserstoffsäure aufschliessbar.
Kieselsäure	20.46	
Kohlensäure	24.79	
Humus	0.94	
Feuchtigkeit	2.37	Bei 105° C entfernbar.
Chemisch gebundenes Wasser	2.57	Durch Glühen entfernbar.
Stickstoff	0.26	

Bodenprobe „II oben“.

Physikalische Analyse.

Grobgrandige Teile	0.48
Grobsandige Teile	12.97
Feinsandige Teile	18.28
Sandiger Thon	14.70
Thonige Teile	42.88
Feuchtigkeit	4.67
Lösliches und Verlust	6.02
Summa	100.00

dazu kommen noch:

Steine, grössere wie 10 mm im Durchmesser	0.00
Steine, 3—10 mm im Durchmesser	0.00
Summa	100.00

Volumengewicht von 1 Kubik Decimeter	1308.0
Spezifisches Gewicht	2.6689
Absorptionsvermögen für Wasser	48.54 %
Absortionsvermögen für Ammoniak	127.3 „

Chemische Analyse.

Kaliumoxyd	0.31	In kalter Salzsäure d = 1.15 löslich.
Magnesia	0.63	
Kalk	0.61	
Manganoxyduloxyd	0.12	
Eisenoxyd + Aluminiumoxyd	5.60	
Kieselsäure	0.02	
Schwefelsäure	0.02	
Phosphorsäure	0.04	
Magnesia	0.04	In heisser Salzsäure löslich.
Kalk	0.00	
Eisenoxyd + Aluminiumoxyd	6.68	
Kieselsäure	11.08	Durch kalte und heisse Salzsäure aufgeschlossen und mit kohlensaurem Natron ausgekocht.
Basische Oxyde	5.77	Durch conc. Schwefelsäure aufschliesbar.
Kieselsäure	10.23	
Basische Oxyde	3.92	Durch Fluorwasserstoffsäure aufschliessbar.
Kieselsäure	45.39	
Kohlensäure	0.60	
Humus	6.09	
Feuchtigkeit	4.67	Bei 105° entfernbar.
Chemisch gebundenes Wasser	4.73	Durch Glühen entfernbar.
Stickstoff	0.21	

Bodenprobe „II unten".

Physikalische Probe.

Grobgrandige Teile	0.00
Grobsandige Teile	17.35
Feinsandige Teile	15.41
Sandige Thon-Teile	12.35
Thonige Teile	48.08
Feuchtigkeit	6.34
Lösliches und Verlust	0.47
Summa	100.00

dazu kommen noch:

Steine grössere wie 10 mm im Durchmesser	0.00
Steine 3—10 mm im Durchmesser	0.00
Summa	100.00

Volumengewicht von 1 Kubik-Decimeter	1321.5
Spezifisches Gewicht	2.7921
Absorptionsvermögen für Wasser	37.16 %
Absorptionsvermögen für Ammoniak	143 „

Chemische Analyse:

Kaliumoxyd	0.15	In kalter Salzsäure d = 1.15 löslich.
Magnesia	0.72	
Kalk	0.63	
Manganoxyduloxyd	0.11	
Eisenoxyd und Aluminiumoxyd	6.30	
Kieselsäure	0.02	
Schwefelsäure	0.02	
Phosphorsäure	0.03	
Magnesia	0.06	In heisser Salzsäure löslich.
Kalk	0.06	
Eisenoxyd und Aluminiumoxyd	6.05	
Kieselsäure	11.83	Durch kalte und heisse Salzsäure aufgeschlossen und mit kohlensaurem Natron ausgekocht.
Basische Oxyde	6.45	Durch konz. Schwefelsäure aufschliessbar.
Kieselsäure	12.02	
Basische Oxyde	3.21	Durch Fluorwasserssoffsäure aufschliessbar.
Kieselsäure	41.08	
Kohlensäure	0.08	
Humus	0.77	
Feuchtigkeit	6.33	Bei 105° entfernbar.
Chemisch gebundenes Wasser	3.50	Durch Glühen entfernbar.
Stickstoff	0.19	

Bodenprobe „III oben.“

Physikalische Analyse.

Grobgrandige Teile	0.41
Grobsandige Teile	21.90
Feinsandige Teile	15.80
Sandige Thonteile	13.43
Thonige Teile	43.65
Feuchtigkeit	5.28
Lösliches und Verlust	—
Summa	100.47

dazu kommen noch:

Steine, grössere, wie 10 mm im Durchmesser	0.00
Steine, 3—10 mm im Durchmesser	0.00
	100.47

Volumengewicht von 1 Kubik-Decimeter	1260.0
Spezifisches Gewicht	2.7145
Absorptionsvermögen für Wasser	36.44 %
Absorptionsvermögen für Ammoniak	129.7 „

Chemische Analyse.

Kaliumoxyd	0.12	In kalter Salzsäure d = 1.15 löslich.
Magnesia	0.60	
Kalk	0.51	
Manganoxyduloxyd	0.13	
Eisenoxyd + Aluminiumoxyd	5.42	
Kieselsäure	0.02	
Schwefelsäure	0.03	
Phosphorsäure	0.04	
Magnesia	0.06	In heisser Salzsäure löslich.
Kalk	0.09	
Eisenoxyd + Aluminiumoxyd	5.80	
Kieselsäure	10.56	Durch kalte und heisse Salzsäure aufgeschlossen und mit kohlensaurem Natron ausgekocht.
Basische Oxyde	6.07	Durch konz. Schwefelsäure aufschliessbar.
Kieselsäure	14.83	
Basische Oxyde	4.37	Durch Fluorwasserstoffsäure aufschliessbar.
Kieselsäure	40.39	
Kohlensäure	0.10	
Humus	0.95	
Feuchtigkeit	5.28	Bei 105° entfernbar.
Chemisch gebundenes Wasser	4.27	Durch Glühen entfernbar.
Stickstoff	0.22	

Bodenprobe „III unten“.

Physikalische Analyse.

Grobgrandige Teile	0.00
Grobsandige Teile	55.50
Feinsandige Teile	13.07
Sandige Thon-Teile	7.20
Thonige Teile	14.97
Feuchtigkeit	5.79
Lösliches und Verlust	3.47
Summa	100.00

dazu kommen noch:

Steine, grössere, wie 10 mm im Durchmesser	0.00
Steine, 3—10 mm im Durchmesser	0.00
Summa	100.00

Volumengewicht von 1 Kubik-Decimeter	1342.0
Spezifisches Gewicht	2.7589
Absorptionsvermögen für Wasser	45.33 %
Absorptionsvermögen für Ammoniak	133.4 „

Chemische Analyse.

Kaliumoxyd	0.09	In kalter Salzsäure d = 1.15 löslich.
Magnesia	0.60	
Kalk	0.53	
Manganoxyduloxyd	0.12	
Eisenoxyd + Aluminiumoxyd	5.86	
Kieselsäure	0.02	
Schwefelsäure	0.02	
Phosphorsäure	0.03	
Magnesia	0.09	In heisser Salzsäure löslich.
Kalk	0.09	
Eisenoxyd + Aluminiumoxyd	6.25	
Kieselsäure	11.65	Durch heisse und kalte Salzsäure aufgeschlossen und mit kohlensaurem Natron ausgekocht.
Basische Oxyde	7.13	Durch konz. Schwefelsäure aufschliessbar.
Kieselsäure	13.38	
Basische Oxyde	3.43	Durch Fluorwasserstoffsäure aufschliessbar.
Kieselsäure	40.52	
Kohlensäure	0.11	
Humus	0.83	
Feuchtigkeit	5.79	Bei 105° entfernbar.
Chemisch gebundenes Wasser	5.24	Durch Glühen entfernbar.
Stickstoff	0.20	

Bodenprobe „IV oben".

Physikalische Analyse.

Grobgrandige Teile	0.41
Grobsandige Teile	30.34
Feinsandige Teile	16.17
Sandige Thon-Teile	15.94
Thonige Teile	29.99
Feuchtigkeit	4.44
Lösliches und Verlust	2.71
Summa	100.00

dazu kommen noch:

Steine grössere als 10 mm im Durchmesser	0.00
Steine 3—10 mm im Durchmesser	0.00
Summa	100.00

Volumengewicht von 1 Kubik-Deimeter	1257.5
Spezifisches Gewicht	3.7218
Absorptions-Vermögen für Wasser	41.11 %
Absorptions-Vermögen für Ammoniak	112.7 "

Chemische Analyse.

Kalumoxyd	0.15	In kalter Salzsäure d = 1.15 löslich.
Magnesia	0.79	
Kalk	0.51	
Manganoxyduloxyd	0.10	
Eisenoxyd + Aluminiumoxyd	6.02	
Kieselsäure	0.02	
Schwefelsäure	0.03	
Phosphorsäure	0.05	
Magnesia	0.60	In heisser Salzsäure löslich.
Kalk	0.05	
Eisenoxyd + Aluminiumoxyd	3.09	
Kieselsäure	9.16	Durch kalte und heisse Salzsäure aufgeschlossen und mit kohlensaurem Natron ausgekocht.
Basische Oxyde	5.73	Durch konz. Schwefelsäure aufschliessbar.
Kieselsäure	9.10	
Basische Oxyde	4.23	Durch Flurwasserstoffsäure aufschliessbar.
Kieselsäure	52.40	
Kohlensäure	0.09	
Humus	0.77	
Feuchtigkeit	4.44	Bei 105° entfernbar.
Chemisch gebundenes Wasser	2.82	Durch Glühen entfernbar.
Stickstoff	0.19	

Bodenprobe „IV unten".

Physikalische Analyse.

Grobgrandige Teile	0.35
Grobsandige Teile	23.83
Feinsandige Teile	10.05
Sandige Thon-Teile	20.02
Thonige Teile	40.88
Feuchtigkeit	5.64
Lösliches und Verlust	—
Summa	100.77

dazu kommen noch:

Steine, grössere, wie 10 mm im Durchmesser	0.00
Steine, 3—10 mm im Durchmesser	0.00
Summa	100.77

Volumengewicht von 1 Kubik-Decimeter	1256.0
Spezifisches Gewicht	2.7668
Absorptionsvermögen für Wasser	39.15 %
Absorptionsvermögen für Ammoniak	124.8 „

Chemische Analyse.

Kaliumoxyd	0.11	In kalter Salzsäure d = 1.15 löslich.
Magnesia	0.71	
Kalk	0.48	
Manganoxyduloxyd	0.09	
Eisenoxyd + Aluminiumoxyd	5.97	
Kieselsäure	0.01	
Schwefelsäure	0.03	
Phosphorsäure	0.05	
Magnesia	0.29	In heisser Salzsäure löslich.
Kalk	0.06	
Eisenoxyd + Aluminiumoxyd	5.71	
Kieselsäure	10.73	Durch kalte und heisse Salzsäure aufgeschlossen und mit kohlensaurem Natron ausgekocht.
Basische Oxyde	6.71	Durch konz. Schwefelsäure aufschliessbar.
Kieselsäure	10.16	
Basische Oxyde	4.25	Durch Fluorwasserstoffsäure aufschliessbar.
Kieselsäure	45.93	
Kohlensäure	0.02	
Humus	0.69	
Feuchtigkeit	5.64	Bei 105° entfernbar.
Chemisch gebundenes Wasser	3.10	Durch Glühen entfernbar.
Stickstoff	0.16	

Bodenprobe „V oben“.

Physikalische Analyse.

Grobgrandige Teile	13.20
Grobsandige Teile	24.95
Feinsandige Teile	5.56
Sandige Thon-Teile	6.78
Thonige Teile	38.63
Feuchtigkeit	8.92
Lösliches und Verlust	1.96
Summa	100.00

dazu kommen noch:

Steine, grössere, wie 10 mm im Durchmesser	3.00
Steine, 3—10 mm im Durchmesser	3.00
Summa	106.00

Volumengewicht von 1 Kubik-Decimeter	1176.0	
Spezifisches Gewicht	2.820	%
Absorptions-Vermögen für Wasser	34.39	„
Absorptions-Vermögen für Ammoniak	137.0	„

Chemische Analyse.

Kaliumoxyd	0.38	In kalter Salzsäure löslich d = 1.15.
Magnesia	0.10	
Kalk	7.15	
Manganoxyduloxyd	0.29	
Eisenoxyd + Aluminiumoxyd	5.66	
Kieselsäure	0.17	
Schwefelsäure	0.22	
Phosphorsäure	0.15	
Magnesia	0.09	In heisser Salzsäure löslich.
Kalk	0.08	
Eisenoxyd + Aluminiumoxyd	8.09	
Kieselsäure	12.93	Durch kalte und heisse Salzsäure aufgeschlossen und mit kohlensaurem Natrium aufgekocht.
Basische Oxyde	4.41	Durch konz. Schwefelsäure aufschliessbar.
Kieselsäure	12.45	
Basische Säure	2.42	Durch Fluorwasserstoffsäure aufschliessbar.
Kieselsäure	27.18	
Kohlensäure	5.35	
Humus	1.09	
Feuchtigkeit	8.92	Bei 105° entfernbar.
Chemisch gebundenes Wasser	2.87	Durch Glühen entfernbar.
Stickstoff	0.29	

Bodenprobe „V unten“.

Physikalische Analyse.

Grobgrandige Teile	20.37
Grobsandige Teile	17.45
Feinsandige Teile	1.27
Sandige Thon-Teile	7.85
Thonige Teile	44.97
Feuchtigkeit	6.00
Lösliches und Verlust	2.09
Summa	100.00

dazu kommen noch:

Steine, grössere, wie 10 mm im Durchmesser	5.00
Steine, 3—10 mm im Durchmesser	5.00
Summa	110.00

Volumengewicht von 1 Kubik-Decimeter	1159.7
Spezifisches Gewicht	2.8646
Absorptions-Vermögen für Wasser	39.13 %
Absorptions-Vermögen für Ammoniak	121.2 „

Chemische Analyse.

Kaliumoxyd	0.28	In kalter Salzsäure d = 1.15 löslich.
Magnesia	0.64	
Kalk	33.51	
Manganoxyduloxyd	0.13	
Eisenoxyd + Aluminiumoxyd	3.08	
Kieselsäure	0.04	
Schwefelsäure	0.19	
Phosphorsäure	0.06	
Magnesia	0.00	In heisser Salzsäure löslich.
Kalk	0.11	
Eisenoxyd + Aluminiumoxyd	2.16	
Kieselsäure	8.05	Durch kalte und heisse Salzsäure aufgeschlossen und mit kohlensaurem Natrium aufgekocht.
Basische Oxyde	2.93	Durch konz. Schwefelsäure aufschliessbar.
Kieselsäure	11.77	
Basische Oxyde	1.22	Durch Fluorwasserstoffsäure aufschliessbar.
Kieselsäure	9.01	
Kohlensäure	20.21	
Humus	1.03	
Feuchtigkeit	6.00	Bei 105° entfernbar.
Chemisch gebundenes Wasser	0.42	Durch Glühen entfernbar.
Stickstoff	0.22	

Aus den Analysen geht zunächst hervor, dass die Erden I oben, I unten, sowie V oben, V unten Kalkerden, alle anderen fast reine Thonböden sind. Die Kalkböden sind leichte, trockene Böden, die Thonböden schwere und kalte Böden. Gips ist in den Böden nicht vorhanden, so dass sie eine Gipsung sehr gut vertragen würden.

Fassen wir ferner die einzelnen Resultate der Analysen ins Auge, so müssen wir vor allem das grosse Absorptionsvermögen, sowie den hohen Gehalt an Eisenoxyd uud Aluminiumoxyd aller Böden als eine günstige Erscheinung bezeichnen.

Der Gehalt der Bodenprobe an den wichtigsten Nährstoffen, namentlich an Kaliumoxyd, Stickstoff und Phosphorsäure, hat auf die Güte der Böden insofern keinen Einfluss, als diese Nährstoffe durch die Ernte dem Boden entnommen werden und auch den besten Böden in Gestalt von Dünger zurückerstattet werden müssen. Der Gehalt der Böden an Sesquioxyden ist ein solcher, wie er Erden mittlerer Güte zukommt.

Nach KNOP (Bonitierung der Ackererde) haben Erden mittleren Ranges 10—12 $^0/_0$ Sesquioxyde, leichtere Erden 10 bis $3^1/_2$ $^0/_0$; Erden unter $3^1/_2$ $^0/_0$ sind nicht mehr kultivierbar.

Auch in Bezug auf ihren Sandgehalt sind alle Böden kulturfähig, indem sie von den höchsten und niedrigsten Grenzen, welche durch die Zahlen 4—92 ausgedrückt werden, weit entfernt sind.

Der hohe Gehalt an Karbonaten in den Böden I oben, I unten, V oben, V unten kann nicht als eine ungünstige Eigenschaft dieser Böden bezeichnet werden; alle anderen Böden müssen ihrem Kalkgehalte nach als kalkarme Thonböden bezeichnet werden. Der Gehalt an Humussubstanz ist bei allen Böden ein geringer, woraus sich aber noch kein ungünstiger Schluss auf ihre Güte ziehen lässt. So hat beispielsweise der als fruchtbar bekannte Nildeltaboden nur 1.17 $^0/_0$ Humus, während in der Regel der Humusgehalt bei guten Böden 2—6 $^0/_0$ beträgt.

Die Böden II oben und unten, III oben und unten, IV oben und unten brauchen frischen Dünger, welcher den Boden auflockert, während die Böden I oben und unten, V oben und unten verrotteten Dünger auf einmal erhalten, weil der Boden infolge seiner grobkörnigen Beschaffenheit viel zu durchlässig ist, und somit das Auftragen einer zu grossen Düngermenge einer Verschwendung gleich käme.

Mitteilung aus der agrikulturchemischen Versuchs-Station Marburg.

Über die Veränderungen des Brotes beim Schimmeln.

Von

Dr. A. HEBEBRAND, I. Assist.

Die Veranlassung zu nachfolgender Arbeit gab ein Fall aus der Praxis der Nahrungsmittel-Kontrole. Ein Handelschemiker hatte in einem polizeilich beschlagnahmten, stark verschimmelten Brot ca. 20 % Proteïn gefunden und schloss aus diesem Befunde auf einen erheblichen Zusatz von Bohnenmehl. Das später eingeholte Gutachten des Vorstandes der Versuchs-Station, Herrn Prof. Dr. Dietrich, konnte sich dieser Beweisführung nicht anschliessen, da vergleichende Versuche, wie zu vermuten, zeigten, dass eine starke Schimmelvegetation binnen kurzer Zeit die Zusammensetzung des Brotes so wesentlich verändere, dass ein Rückschluss von dem Stickstoffgehalte verschimmelten Brotes auf den des verwendeten Mehles unzulässig erscheint. Die Ergebnisse der im Interesse des vorliegenden Prozesses ausgeführten Analysen liessen eine eingehende Untersuchung erwünscht erscheinen, und so unternahm es der Verfasser auf Veranlassung des Herrn Prof. Dr. Dietrich, die durch den Schimmelprozess verursachten Substanzänderungen des Brotes etwas eingehender zu studieren, als bei dem ersten Versuche, bei welchem nur auf Proteïn, Fett und Asche Rücksicht genommen worden war.

Die Krume eines Roggenbrotes wurde in kleine Stücke zerschnitten und nach guter Durchmischung in zwei Teile geteilt. Der eine wurde sogleich gewogen, bei 100° C. getrocknet, nach Feststellung des Gewichtsverlustes fein gepulvert, durch ein ½ mm-Sieb geschlagen und aufbewahrt. Der andere Teil des Brotes wurde gewogen, angefeuchtet, mit dem Schimmel des

beschlagnahmten Brotes infiziert und bei Zimmertemperatur sich selbst überlassen. Es gelangten hauptsächlich Penicillium glaucum und Mucor Mucedo zur Entwicklung. Der zuletzt zu beschreibende Versuch wurde mit einer Reinkultur von Penicillium glaucum ausgeführt und das Fortschreiten der Zersetzung des Substrates durch Wägung der gebildeten Kohlensäure ermittelt. Nach Beendigung der Versuche wurde die Trockensubstanz bestimmt und die Zerkleinerung wie bei der nicht verschimmelten Probe vorgenommen. Die beiden Proben gelangten sodann nebeneinander zur Untersuchung, welche Arbeitsweise jedenfalls bei konventionellen Methoden, wie z. B. bei der Rohfaserbestimmung, zu empfehlen sein dürfte. Die einzelnen Bestimmungen wurden nach den vereinbarten Methoden des Verbandes Deutscher landw. Versuchs-Stationen ausgeführt.

1. Versuch. Nach 7tägiger Vegetation der Schimmelpilze in der feuchten Kammer wurde ein Teil des Brotes getrocknet, der Rest nach 14tägiger Einwirkung. Die Analyse der 3 Proben ergab, auf Trockensubstanz berechnet, in Prozenten:

	Roggenbrot	Dasselbe 7 Tage verschimmlet	Dasselbe 14 Tage verschimmelt
Proteïn	11.29	12.90	14.55
Fett	0.20	0.84	0.83
Asche	1.53	1.73	1.90

2. Versuch. Das Brot wurde stark infiziert und 14 Tage lang in einer offenen Glasschale, geschützt gegen Staub und Dämpfe, unter steter Erneuerung des verdunsteten Wassers der Verschimmelung überlassen. Wie das Analysenresultat zeigt, war die Zersetzung eine energische.

Die Trockensubstanz des reinen Brotes betrug	64.72 %
die des verschimmelten Brotes	31.74 „
Demnach Verlust durch das Schimmeln	32.98 %

Die trockenen und fein gepulverten Proben gaben bei der Analyse, auf frisches Brot und auf Trockensubstanz berechnet:

	Reines Brot		Verschimmeltes Brot		
	frisch	trocken	frisch	trocken	
Wasser	35.28	—	35.28	—	%
Proteïn	7.68	11.87	7.56	23.83	„
Fett	0.12	0.19	0.88	2.80	„
Asche	1.11	1.72	1.28	4.04	„
Rohfaser	0.27	0.41	1.03	3.24	„
Kohlehydrate	55.54	85.81	20.98	66.09	„
	100.00	100.00	67.01	100.00	%

3. Versuch. Bei diesem Versuche wurde das Brot nur mässig infiziert und bei der Analyse auch der Sandgehalt der Asche berücksichtigt.

Trockensubstanz des reinen Brotes	58.42 %
Trockensubstanz des verschimmelten Brotes	45.44 „
Verlust an Trockensubstanz	12.98 %

	Reines Brot		Verschimmeltes Brot	
	frisch	trocken	frisch	trocken
Wasser	41.58	—	41.58	— %
Proteïn	7.36	12.60	7.10	15.62 „
Fett	0.15	0.26	0.35	0.77 „
Reinasche	0.86	1.48	0.86	1.89 „
Rohfaser	0.33	0.56	0.67	1.48 „
Kohlehydrate	49.72	85.10	36.46	80.24 „
	100.00	100.00	87.02	100.00 %

Die Resultate der vorstehenden Analysen zeigen, dass in erster Linie die Kohlehydrate den Lebensprozess der Schimmelpilze unterhalten. Während die Hauptmenge der Kohlehydrate in Kohlensäure und Wasser übergeht, liefert ein kleiner Teil das Material zur Neubildung von Fett und Rohfaser. Durch die Zersetzung der Kohlehydrate wird der Gehalt an Eiweisssubstanzen indirekt ein bedeutend höherer, dagegen zeigt ein Vergleich der für die frische Substanz berechneten Zahlen, dass ein geringer Verlust an Stickstoffsubstanz eingetreten ist. Es scheint demnach, als ob die Eiweisssubstanzen fast unverändert aus dem Substrat in den Pilzkörper übergehen. Eine nähere Untersuchung zeigt indess, dass ein nicht unbedeutender Teil des Stickstoffs nicht mehr in Form von Eiweiss vorhanden ist, sondern von Zersetzungsprodukten des letzteren. Es fanden sich in den Proben der Versuche 2 u. 3, auf frische und auf Trockensubstanz berechnet:

	Reines Brot		Verschimmeltes Brot	
	frisch	trocken	frisch	trocken
Rohproteïn	7.68	11.87	7.56	23.83 %
	7.36	12.60	7.10	15.62 „
Reinproteïn	7.18	11.09	6.14	19.35 „
	6.99	11.97	5.47	12.04 „
Amide etc.	0.50	0.78	1.42	4.48 „
	0.37	0.63	1.63	3.58 „

Bei einem Teile des Eiweisses hat demnach eine Sprengung des Moleküls stattgefunden unter Bildung stickstoffreicher Amine

und Amide, während der stickstofffreie Teil des Eiweisses zur Fett- und Rohfaserbildung mit beigetragen haben mag.[1])

Die Zunahme und Abnahme der einzelnen Bestandteile ergiebt sich aus folgender Zusammenstellung.

Versuch 2.

Verlust an Trockensubstanz	32.98	Verlust an Kohlenhydraten	34.56
Zunahme an Fett . .	0.76	Verlust an Proteïn .	0.12
Zunahme an Rohfaser	0.76		34.68
	34.50		

Versuch 3.

Verlust an Trockensubstanz	12.98	Verlust an Kohlenhydraten	13.26
Zunahme an Fett . .	0.20	Verlust an Proteïn .	0.26
Zunahme an Rohfaser	0.34		13.52
	13.52		

4. Versuch. Da bekanntermassen die einzelnen Schimmelpilzgattungen und -Arten eine verschiedene Wirkung auf das Substrat äussern, z. B. in Bezug auf die Alkoholbildung, erschien es angebracht, mit der Reinkultur eines Schimmelpilzes zu arbeiten. Es wurde der gewöhnliche Brotschimmel, Penicillium glaucum, gewählt, die Untersuchung etwas weiter ausgedehnt und auch die während des Schimmelns entwickelte Kohlensäure bestimmt. Zur Ausführung des Versuches wurden 47.65 g Brot in kleinen Stückchen in einem gewogenen Erlenmeier'schen Kolben sterilisiert, mit keimfreiem Wasser angefeuchtet und mit einer auf Peptongelatine gezüchteten Reinkultur von Penicillium glaucum infiziert. Der Kolben wurde einerseits mit einem Gasometer, andererseits mit einem Geissler'schen Kaliapparat verbunden. Die Luft wurde, bevor sie in den Kolben gelangte, durch Natronkalk entkohlensäuert und durch Passieren eines mit Wasser versehenen Kolbens mit Wasserdämpfen gesättigt. Die Zuleitungsröhre reichte bis nahe an den Boden des Gefässes, während die Ableitungsröhre dicht unter dem Stopfen abgeschnitten war. Die Luft durchstrich in langsamem Strome das Vegetationsgefäss und passierte, ehe sie in den Kaliapparat gelangte, ein Gefäss mit konz. Schwefelsäure und ein Chlorcalciumrohr. Der Kaliapparat wurde öfters gewechselt. Die Versuchszeit

[1]) Vergl. Nägeli, Unters. über die niederen Pilze; Zopf, die Pilze, S. 174.

dauerte 3 Wochen, während welcher Zeit die Luft Tag und Nacht durch den Apparat geleitet wurde. Das Vegetationsgefäss wurde gegen direktes Sonnenlicht geschützt. Nach 14 Tagen waren die Brotstückchen vollständig mit einem grünen Rasen überzogen. Das Fortschreiten der Pilzwucherung erhellt aus folgender, die Menge der gebildeten Kohlensäure anzeigenden Tabelle:

Es wurden gebildet vom

3. Juni bis 10. Juni	1.4790 g Kohlensäure
10. „ „ 14. „	1.8210 „ „
14. „ „ 16. „	1.6015 „ „
16. „ „ 18. „	2.4070 „ „
18. „ „ 20. „	1.8080 „ „
20. „ „ 23. „	1.1950 „ „

Durchschnittlich wurden also in der Stunde 21.5 mg Kohlensäure gebildet. Diakonow[1]) erhielt bei Kulturversuchen mit Penicillium glaucum auf zucker- und peptonhaltigem Substrat 24.8 mg Kohlensäure in der Stunde. Leider trat gegen das Ende des Prozesses ein Verlust an Kohlensäure ein, so dass die erhaltenen Zahlen keinen Schluss auf die zur Zersetzung gekommene Gesamtmenge der Kohlenhydrate gestatten. Dieselbe erhellt aber aus dem Verlust an Trockensubstanz. Der Kolben wurde nach Beendigung des Versuches im Glycerinbad getrocknet unter Gewinnung des Destillats. Dasselbe zeigte einen angenehmen Geruch nach frischen Äpfeltrebern und reagierte stark sauer. Die Menge des Destillats war indess zu gering, um die Natur der flüchtigen Säuren feststellen zu können. Alkohol war in dem Destillat nicht vorhanden. — An Trockensubstanz wurden erhalten 19.48 g = 40.88 %. Da dasselbe Brot in normalem Zustande 59.57 % Trockensubstanz ergab, so beträgt der durch das Schimmeln verursachte Verlust an Substanz 18.69 %. Die Analyse des reinen und des verschimmelten Brotes ergab in Prozenten, berechnet auf frische und Trockensubstanz:

	Reines Brot		Verschimmeltes Brot	
	frisch	trocken	frisch	trocken
Wasser	40.43	—	40.43	—
Rohproteïn	7.11	11.94	7.00	17.13
Reinproteïn	(6.95)	(11.67)	(6.10)	(14.92)
Wasserlösliches Proteïn[2])	(1.14)	(1.92)	(2.10)	(5.15)
Maltose	0.92	1.54	0.20	0.50

[1]) Zopf, Die Pilze, S. 188.

[2]) Aus dem Stickstoffgehalt berechnet.

	Reines Brot frisch	Reines Brot trocken	Verschimmeltes Brot frisch	Verschimmeltes Brot trocken
Dextrin	4.78	8.02	4.85	11.86
Stärke	45.72	76.75	25.98	63.52
Fett	0.15	0.26	0.86	2.11
Reinasche	0.86	1.44	0.99	2.41
Rohfaser	0.03	0.05	1.01	2.47
	100.00	100.00	81.32	100.00

Von kleinen Differenzen abgesehen berechnen sich Gewinn und Verlust der einzelnen Bestandteile wie folgt:

Verlust an Trockensubstanz	18.69 %	Verlust an Stärke . . .	20.03 %
Zunahme an Fett . .	0.71 „	„ „ Maltose . . .	0.72 „
Zunahme an Rohfaser .	0.98 „	„ „ Proteïn . . .	0.11 „
	20.38 %		20.86 %

Wie bei den früheren Versuchen, so zeigt sich auch hier eine Zunahme an Fett und Rohfaser und eine Abnahme des Reinproteïns. Damit im Einklang steht eine Zunahme der wasserlöslichen Eiweissstoffe. Die Bildung von Ammoniak dagegen konnte nicht konstatiert werden, welches Resultat mit den Ergebnissen neuerer Untersuchungen gegenüber älteren Arbeiten übereinstimmt.[1])

Bei Betrachtung der übrigen Analysenresultate muss es zunächst auffallen, dass der Gehalt an Dextrin bei dem reinen und dem verschimmelten Brote fast derselbe ist. Penicillium glaucum ist sowohl Diastase- als Invertinbildner. Es ist demnach anzunehmen, dass die Stärke nicht direkt in Kohlensäure und Wasser übergeführt, sondern zuvor in Dextrin und Maltose gespalten wird, welche letztere durch Inversion Dextrose und Lävulose liefert. Wie die Analyse zeigt, findet indess eine Aufspeicherung dieser Stoffe nicht statt, sondern sie werden s o g l e i c h b e i i h r e r B i l d u n g von dem Pilz resorbiert. Die in dem Brot praeexistierende Menge Dextrin scheint dabei intact zu bleiben. Ähnliche Vorgänge finden beim Wachstum des Hefepilzes statt. Während Dextrin direkt nur in unbedeutendem Masse vergärbar ist, zerfällt es bei Gegenwart von Traubenzucker, wie dieser.

Die in der Analyse des verschimmelten Brotes für Stärke angegebene Zahl, welche aus der Differenz berechnet ist, muss noch stwas reduziert werden, indem ausser den in der Analyse

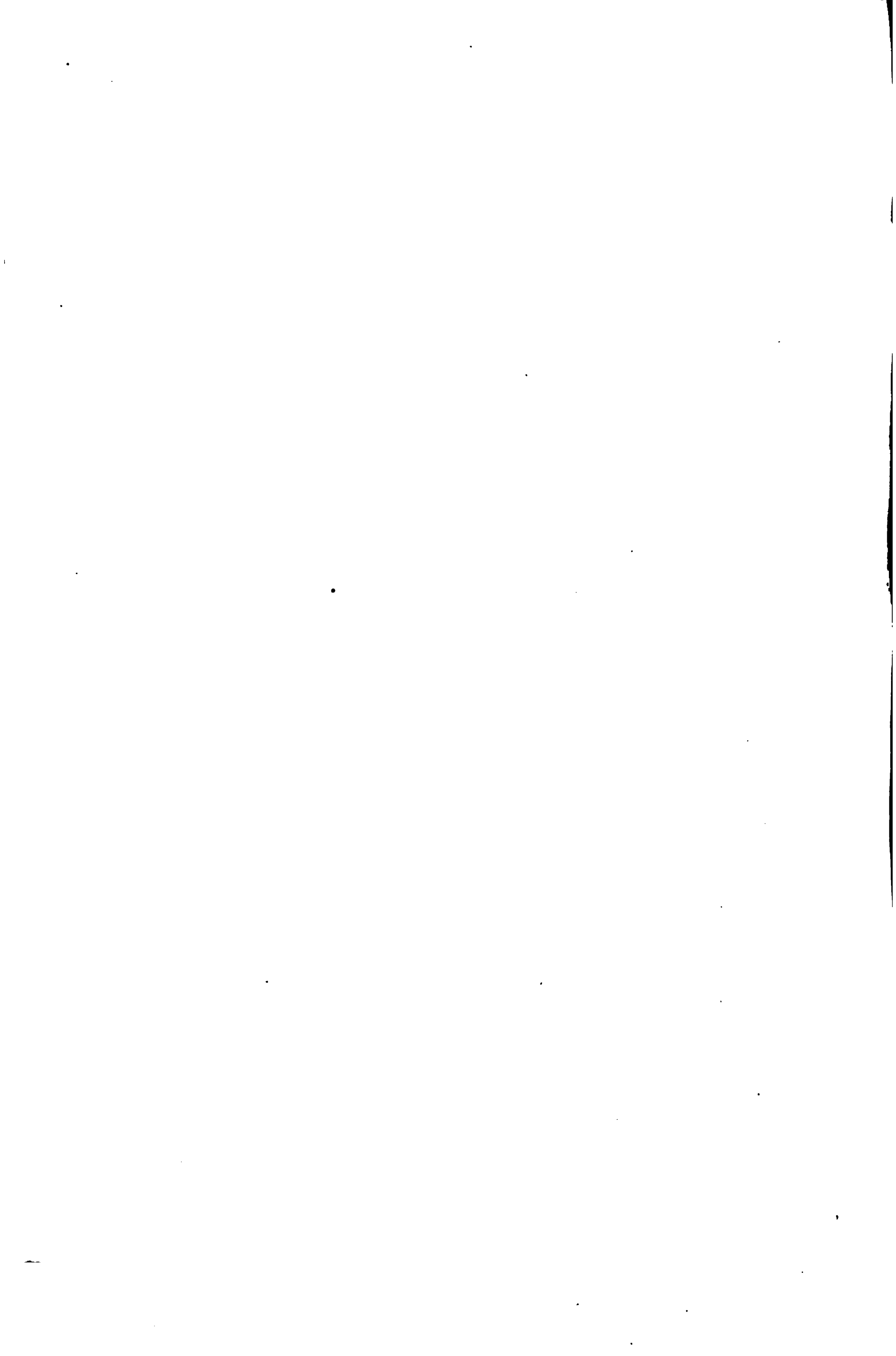
[1]) Zopf, Die Pilze, S. 185.

angegebenen Bestandteilen noch kleine Mengen anderer Stoffe gebildet werden, welche zu isolieren bei der geringen Menge zur Verarbeitung gekommenen Materials sehr schwierig war.[1]) Es gelang mir bis jetzt nur das Vorhandensein von flüchtigen Säuren, von Oxalsäure und von Mannit nachzuweisen. Das Vorkommen von Mannit in Penicillium glaucum wurde bereits von MÜNTZ[2]) beobachtet. Ich erhielt diesen Körper durch Behandeln des Brotes mit heissem absolutem Alkohol und Tierkohle, Reinigen des alkoholischen Extraktes mit Äther und Krystallisation des Rückstandes aus Alkohol und Wasser in weissen Nädelchen vom Schmelzpunkt 160.5°. Durch diese Operation wurde der Mannit von einem eigenthümlichen, sauer reagierenden Körper getrennt, dessen heisse, wässrige Lösung beim Erkalten gallertartig gesteht. Die Versuche, krystallisierbare Salze aus dieser Substanz zu gewinnen, sind bisher nicht gelungen, sollen aber in grösserem Massstabe wiederholt werden.

Ferner sollen ähnliche Versuche mit Kraftfuttermitteln vorgenommen werden, um eventuell Anhaltspunkte zur Beurteilung der Qualität derselben zu gewinnen.

---

[1]) ZOPF, Die Pilze, S. 187.
[2]) Compt. rend. 79, S. 1182; ZOPF, S. 125.



Zur modernen Büchermacherei.

Von

E. KEITH.

Vor uns liegt ein Werkchen[1]) von M. v. SCHMIDT, Assistent (und Privatdozent) an der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien, sowie eine wohlwollende Kritik dieses Werkchens.[2]) Würde in dieser liebevollen Beurteilung, die von einem namhaften Autor herrührt, nicht ausdrücklich gesagt werden, dass das Schriftchen für den angestrebten Zweck sich recht geeignet erweisen dürfte, so würden die hier folgenden Zeilen wahrscheinlich nicht geschrieben worden sein. Allein, wenn der Inhalt dieses Leitfadens nicht im entferntesten dem entspricht, was das Vorwort ankündigt, wenn versprochen wird, dass darin an Versuchs-Anstalten konventionelle Methoden angeführt werden, während thatsächlich vielfach längst ausser Kours gesetzte, oder überhaupt ganz falsche Prozeduren gelehrt werden, wenn systematische Einteilungen versucht werden, die lückenhaft sind oder dem Wesen der Sache nicht entsprechen, so sind dies wohl Gründe genug gegen die in Rede stehende Arbeit etwas breiter Front zu machen, umsomehr als eine Konnivenz gegen derlei Produkte einerseits die Gefahr birgt, dass nichts besseres nachkommt und anderseits nicht geduldet werden kann, dass sich beim Leser und speziell beim landwirtschaftlichen Hochschüler

---

[1]) Anleitung zur Ausführung agrikulturchemischer Analysen. Zum Gebrauche für landwirtschaftliche Unterrichtsanstalten. Von M. v. SCHMIDT. Leipzig und Wien, FRANZ DEUTICKE, 1892.

[2]) BIEDERMANN's Central-Blatt für Agrikulturchemie; 21. Jahrgang, 7. Heft, Seite 502.

die Ansicht festwurzle, dass an Versuchsanstalten auf so antiquierte oder stümperhafte Manier gearbeitet wird, wie dies Herr v. Schmidt diesen Anstalten imputiert.

Bei der Abfassung einer solchen Anleitung ist ebensosehr auf den didaktischen als wie auf den rein sachlichen Standpunkt Rücksicht zu nehmen. Dabei soll gewiss nicht verkannt werden, dass das didaktische Moment gerade dem Spezialisten Schwierigkeiten zu bereiten pflegt und dass es ihm oft leichter ist eine Reihe neuer Thatsachen und Methoden aufzustellen, als diese Thatsachen in ein befriedigendes logisches Lehrsystem zu bringen und aus den Methoden die für den Lernenden oder für die Praxis besten auszuwählen. Allein von einem Leitfaden für den Anfänger mit seiner kindlichen Unbeholfenheit im Denken und Operieren muss das Wort gelten, dass das Beste gerade gut genug für ihn sei. Wie wenig v. Schmidt diesen Grundsätzen gefolgt ist, mögen die folgenden Details beweisen. Schon die Einteilung der Düngemittel in der Inhaltsangabe erscheint uns nicht korrekt. Es wird da die Thomasschlacke unter die mineralischen Phosphate eingereiht. Die Mineralogen würden sich schön bedanken, wenn sie die künstlichen Schlacken der schmelzenden Industrien in das Naturreich der Mineralien aufnehmen sollten. Gewiss liegt der Einwand nahe, mineralisch sei ein weiterer Begriff, als Mineralreich; aber wenn es gestattet wird, Thomasschlacke ein mineralisches Phosphat zu nennen, so ist auch künstlich gefällter phophorsaurer Kalk ein mineralisches Phosphat oder schwefelsaures Ammon ein mineralischer Stickstoffdünger. Der korrekte Einteilungsgrund für Phosphorsäuredünger in einem Leitfaden zu deren chemischer Analyse wäre unseres Erachtens zunächst in dem Auseinanderhalten der in Wasser leicht löslichen und der in Wasser als unlöslich geltenden Phosphorsäure gelegen. Die Inhaltsangabe nennt ferner Knochenmehl unter den Phosphorsäuredüngern; mit nahezu demselben Rechte könnte es jedoch unter die Stickstoffdünger eineingereiht werden. Die Worte Präzipitat, Leimkalk, kommen in dem ganzen Werke überhaupt nicht vor.

Wir übergehen den Absatz I (Seite 1 bis 18) der Schmidt'schen Anleitung, der mit dem anfechtbaren kategorischen Passus beginnt: „Das Chlor wird jederzeit in der Weise bestimmt, dass man es durch Silbernitrat in Form von Chlorsilber

abscheidet“ und begeben uns gleich in medias res, nämlich zu Absatz II, Analyse der Düngemittel, Seite 19 bis 37.

Es ist nicht richtig, dass man, wie v. Schmidt hier gleich eingangs behauptet, Spezialdünger solche nennt, welche nur einige zur Ernährung der Pflanze notwendige Bestandteile enthalten. Im Gegenteile, in den meist schwindelhaften Gemischen, welche im Düngerhandel als Spezialdünger kursieren, sind fast ausnahmslos P_2O_5, N und K_2O, wenn auch in der Regel von jedem nur herzlich wenig, gleichzeitig vorhanden.

Was die Substanzmengen anlangt, welche für die Analyse abgewogen werden, sagt v. Schmidt im Vorworte, dass dieselben mit Rücksicht auf den Massenkonsum einer grossen Schülerzahl häufig niedriger bemessen werden, als es in der Praxis üblich ist.

Das ist wohl eine höchst überflüssige Rücksicht auf die Dotationen der Lehrkanzeln, überflüssig, weil auch das grösste Schülerlaboratorium im Jahre beispielsweise nicht mehr als einige Kilo Superphosphat, wenn jedesmal 20 g abgewogen werden, zu veranalysieren vermag, welche höchstens eine Mark kosten; mit Säuren zu Aufschliessungen, etc. jedoch pflegen die Jünger der Analyse unter allen Umständen eine unmässige Verschwendung zu treiben. Ausserdem aber erscheint diese Rücksicht verwerflich, weil man in der Regel schneller zum Ziele gelangt, wenn man ein grösseres Quantum abwägt und dann einen aliquoten Teil der Lösung weiter verarbeitet. Geht man dagegen nur von ca. 1 g Substanz aus, so ist man oft gezwungen, die Lösung gleich anfangs durch ein Filter zu giessen und dasselbe quantitativ nachzuwaschen, wodurch nicht nur Zeit verloren, sondern oft auch ein unpassend grosses Quantum des Filtrates erhalten wird. Da heutzutage auch im Schülerlaboratorium in möglichst kurzer Zeit möglichst viel bewältigt werden soll, ohne dabei der Präzision Eintrag zu thun, so wäre es wohl auch pädagogisch richtiger gewesen, wenn bei der Düngeranalyse etc. die grösseren Substanzmengen und die aliquote Teilung beibehalten worden wären, umsomehr als v. Schmidt das Vorgehen der Versuchsstationen einhalten wollte und das Verfahren mit kleinen Substanzmengen ohnehin im Absatze I durchgeführt hat.

Nun möge es gestattet sein, ein wenig in die Details der Schmidt'schen Vorschriften für die Düngeranalyse einzugehen.

Was die Analyse der Kalidünger anlangt, bei welchen das von Schmidt vorgeschriebene Vertrocknen der Substanz bei 100° ungerechtfertigt ist, so kennt das Büchlein als solche nur Stassfurter Abraumsalze, während das technische Kaliumsulfat sowie Holzasche etc., vornehm ignoriert werden.

Dies erklärt, warum dort eine Methode angegeben ist, die sich blos für solche Kalidünger eignet, welche nur die in Abraumsalzen neben Kali vorkommenden Stoffe enthalten. Doch nun zu den gröberen und gröbsten Steinen des Anstosses, von denen es bei der Analyse der Phosphorsäure- und Stickstoffdünger wimmelt.

Bei der Bestimmung der Phosphorsäure in Phosphoriten etc., nach der Molybdän-Methode müssen sich, wenn nach Schmidt vorgegangen wird, in der Regel viel zu niedrige Resultate ergeben, da 100 ccm Molybdänlösung bei weitem nicht ausreichen, um die Phosphorsäure aus einem Gramm eines reichhaltigen Phosphorites vollständig auszufällen. Ferner genügt 20—25 Minuten langes Erwärmen der Molybdänfällung in der Regel nicht, um die vollständige Abscheidung der Phosphorsäure selbst bei hinreichendem Zusatz von Molybdänreagens zu erzielen. Auch wäre es wohl hier am Platze gewesen zu bemerken, wie notwendig es ist, das Filtrat vom gelben Niederschlage einige Stunden zur Beobachtung an einen warmen Ort hinzustellen. Die von Schmidt angegebene Art der Behandlung des Molybdänniederschlages nach dem Auflösen desselben in Ammoniak ist heute wohl in keiner namhafteren Versuchs-Station mehr in Übung. In erhöhtem Masse gilt dies von der Art und Weise, wie v. Schmidt die Phosphorsäure im Knochenmehl nach der Citratmethode bestimmt. Der Autor hat offenbar die so vielfach publizierten bindenden Beschlüsse und Vereinbarungen des Verbandes der deutschen Versuchs-Stationen gänzlich ignoriert, sonst hätte er nie das auf Seite 25 angegebene Verfahren acceptiert. Hier mag auch erwähnt werden, dass in der ganzen Anleitung mit keinem Worte gesagt wird, wie denn eigentlich die Phosphorsäure in Spodium zweckmässig bestimmt werden kann. Beinahe der wundeste Punkt der Schmidt'schen Schrift ist jedoch die Ausführung der wichtigsten und am häufigsten vorkommenden Bestimmung bei der Dünger-Kontrolle, nämlich die Bestimmung der wasserlöslichen Phosphorsäure in Superphosphaten. Es ist

der Mühe wert, seine wahrscheinlich ebenfalls für die Versuchsanstalten konventionell sein sollende Methode hier wörtlich anzuführen: „1 g des Superphosphates wird in einer Reibschale mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührt, in einen Kolben gespült und unter öfterem Schütteln 2 Stunden stehen gelassen. Man filtriert, wäscht mit Wasser nach und bestimmt im Filtrate die Phosphorsäure nach der Citrat- oder Uranme-Methode.“ Sapienti sat. Auf der ganzen Welt wird nirgends mehr eine Superphosphatlösung auf diese gänzlich unkonventionelle und irrationelle Art hergestellt.

Wer im Vorworte eines solchen Leitfadens mit der Prätension auftritt, die Übereinstimmung mit den konventionellen Methoden der Versuchsanstalten zu wahren und dann im Weiteren auf die vorhin zitierte Art zu Werke geht, der hätte besser gethan, sich überhaupt nicht in Angelegenheiten zu mengen, die ihm offenbar völlig fremd sind. Fast ebenso trostlos mutet uns die Bestimmung des Stickstoffes in Düngermitteln an. Unzweckmässige Einteilung des Stoffes im allgemeinen und mangelhafte Beschreibung der Methoden im besonderen.

Bei der Bestimmung des Ammoniakstickstoffes hätte man nicht nur einen praktikableren Destillations-Apparat hinstellen sollen, sondern auch eine präzisere Beschreibung des Titrationsverfahrens bei Benützung von Natronlauge geben sollen. Es scheint übrigens, dass der Autor sehr wenig Wert auf titrimetrische Methoden überhaupt legt, da er dieselben nur wenig und nicht immer dort, wo solche am Platze sind, benützt. Insofern ist auch das S. 13 über die massanalytischen Methoden allgemein gefällte Urteil nichts weniger als zutreffend.

Nach der Beschreibung jener Methoden, welche zur Bestimmung des Ammoniakstickstoffes angewendet werden, wäre es aus didaktischen Gründen zweckmässig gewesen, hieran gleich die Methoden zur quantitativen Bestimmung der organischen Stickstoffe anzureichen und an diese jene der Salpeterbestimmung.

In dem der Ermittelung des organischen Stickstoffes gewidmeten Kapitel war die Beschreibung der Original-Kjeldahl-schen Methode, sowie der Modifikation Ulsch deshalb ganz überflüssig, da diese Verfahren ebensowohl wegen der umständlichen Durchführung als geringen Genauigkeit wohl wenig empfehlenswert sind und am wenigsten für den minder Geübten,

den Schüler. Gegenwärtig wird wohl die Kjeldahl'sche Methode in ganz anderen einfacheren Modifikationen überall ausgeführt.

Bei der Modifikation Jodlbauer hätte der Autor vorher mit einigen Worten das Prinzip dieses Verfahrens angeben sollen, wie er dies bei manchen anderen wenig wichtigen Gelegenheiten gethan hat. Übrigens wäre die Beschreibung der Jodlbauer'schen Modifikation besser bei der Beschreibung der verschiedenen Verfahren zur Ermittelung der Salpetersäure am Platze gewesen, als dort, wo von der Ermittelung des organischen Stickstoffes die Rede ist. Dabei sollte aber auch diejenige Form der Durchführung der Jodlbauer'schen Methode hervorgehoben und präcise beschrieben sein, welche dermalen als die zweckmässigste und die richtigsten Resultate liefernde anerkannt wird.

Bei der Beschreibung der Bestimmungsmethoden des Salpeters war die Aufführung der zwei ersten indirekten Methoden mit Sand und Chromat wohl ganz überflüssig, nachdem diese wegen ihrer Ungenauigkeit schon längst verlassen sind, während die Eindampfmethode mit Salzsäure sowohl wegen der leichten Ausführung als der genauen Resultate besonders an den österreichischen Versuchs-Stationen sehr gebräuchlich ist. Der Autor hat jedoch S. 29 diese Methode so unvollständig und unrichtig beschrieben, dass dieselbe nur widersinnige Resultate liefern kann. Bei genauer Einsicht in die betreffende Originalbeschreibung dieser Methode von Seite des Autors hätte derselbe wohl kaum übersehen können, dass das im Chilisalpeter als Kochsalz vorhandene Chlor bei dieser Methode nicht gegenstandslos ist, sondern naturgemäss auch bestimmt werden muss.

Die sorgfältige Einsichtnahme der erwähnten Original-Publikation hätte dem Autor auch den Weg gezeigt, wie diese Eindampfmethode zur Bestimmung des Salpeters selbst bei Gegenwart von Karbonaten und Phosphaten sehr gut brauchbar ist.

Dass an dem in Rede stehenden Orte der ebenso einfachen, als genauen Methode von Ulsch (Reduktion mit Eisenpulver und Schwefelsäure) keine Erwähnung geschieht, darf sicher auch mit vollem Rechte getadelt werden. Auch die Schlösing'sche Salpetersäure-Bestimmungsmethode wäre an diesem Platze folgerichtig anzuführen gewesen, während der Autor dieselbe bei einer viel unpassenderen Gelegenheit, und zwar bei der Analyse des Bodens, beschreibt.

Eine nicht minder stiefmütterliche Behandlung hat die Analyse der Futtermittel erfahren; nicht bloss, dass von einer Einteilung der Futterstoffe keine Rede ist, auch die einzelnen wichtigen Nährstoffe sind lückenhaft und teilweise unrichtig behandelt. So ist bei der Bestimmung des Rohfettes gar nicht erwähnt, dass Lein- und Mohnkuchen etc. vor der Extraktion in einem indifferenten Gasstrome getrocknet werden müssen und nicht bloss das Ätherextrakt; denn die darin enthaltenen Öle verharzen auch in der Zelle und nicht bloss ausserhalb derselben. Auch fehlt die gebotene Vorsichtsmassregel, das getrocknete Ätherextrakt (nach dem Abwägen) wieder in Äther aufzulösen, wobei sich das Extrakt wieder klar auflösen muss. Bei der Proteïn-Bestimmung ist die Möglichkeit einer Trennung der Amido- bezw. Eiweisssubstanzen, sowie des in künstlichen Verdauungssäften löslichen und unlöslichen Anteiles mit keiner Silbe erwähnt. Ebenso unbefriedigend ist die Bestimmung der Rohfaser abgethan. Nach dem Auskochen mit Säure und Lauge und dem Behandeln mit Alkohol und Äther bleibt bei eiweissreichen Futtermitten (z. B. Ölkuchen) stets noch eine bedeutende Menge stickstoffhaltiger Substanz in der Rohfaser zurück, welche berücksichtigt werden muss. Man muss daher nicht bloss, wie der Autor angiebt, von dem erhaltenen Endgewichte die Asche abziehen, sondern in einer anderen, gleich behandelten Portion eine Stickstoffbestimmung durchführen und die erhaltene Stickstoffmenge $\times$ 6.25 von der nach dem Autor gefundenen Rohfaserzahl abziehen.

Auch das kumulative Abthun der gesamten Extraktstoffe ist durchaus nicht gerechtfertigt. Wenn überhaupt dem Schüler Futteranalysen übertragen werden, sollte derselbe doch auch eine Ahnung von den zwei wichtigen Nährstoffen Zucker und Stärkemehl haben. Es hätte sich also gebührt, je eine analytische Methode hierfür zu bringen und nicht einfach die Bestimmung der mitunter allein wertgebenden Nährstoffe, Stärkemehl und Zucker mit der Formel $E = 100 - S$ abzufertigen.

Mit den hier angeführten Details ist der praktische Wert und der innere Gehalt dieses Leitfadens wohl hinreichend charakterisiert und wir wollen abstehen von weiterer Blosslegung der Schwächen, welche die Kapitel der Aschen-Boden- und Wasser-Analysen bergen. Dies fällt um so leichter, als in der

Eingangs erwähnten Besprechung des Leitfadens ohnehin einige grobe Mängel dieser Kapitel berührt werden — wenn auch nur mit so zarter Hand, dass sich dabei unwillkürlich die Frage aufdrängt, wie schneidig eigentlich ein Buch gemacht werden müsse, damit sich jene milde Hand abwinkend dagegen erhebe.

Noch eine zweite Frage drängt sich dem strengeren Beobachter dieses Leitfadens auf, nämlich, ob Professor Goldschmiedt, der dem Verfasser „mit seinem schätzbaren Rate zur Seite stand" und dafür dessen wärmsten Dank erntet, sich nicht vielleicht gleich jenem Ritter der Romanze denken mag: „Den Dank Dame, begehr' ich nicht!"

Über den Lecithingehalt der Butter.

Von

Dr. E. WRAMPELMEYER.

Unter den bekannten Methoden, echte Butter von Margarin zu unterscheiden, ist zur Zeit noch keine vorhanden, nach welcher ein quantitativer Nachweis des einen oder anderen Bestandteiles auch in Gemischen der beiden möglich ist. Auch mir ist es nicht geglückt, durch Bestimmung des Lecithingehaltes der Butter einerseits und des Margarins andererseits die ersehnte Methode zu entdecken. Ich möchte die Resultate meiner Versuche dennoch kurz mitteilen, da sie sowohl die bestehenden Angaben über den Lecithingehalt der Butter einigermassen ergänzen und modifizieren, als auch anderen, demselben Ziele zustrebenden Chemikern ihren Weg abkürzen können.

Zunächst wurden 100 g Butter verbrannt, die Asche mit Salpetersäure aufgenommen und nach der Molybdänmethode die Phosphorsäure bestimmt. Die Verbrennung ging sehr umständlich von statten, da der Wassergehalt trotz sehr vorsichtigen Anwärmens ein Spritzen nicht ganz vermeiden liess.

100 g Butter — wie sie unten mit 1 bezeichnet ist — lieferte so behandelt 0.04512 g Phosphorsäure; während Margarin, auf dieselbe Weise behandelt, nur 0.0160 g Phosphorsäure lieferte.

Die oben erwähnten Umständlichkeiten, hauptsächlich aber die Erwägung, dass auf diese Weise auch die Phosphorsäure der Salze mitbestimmt wird, gaben Anlass, die weiteren Bestimmungen im filtrierten Fett vorzunehmen.

Hierbei lieferte Margarin gar keine oder doch nur schwache Spuren Phosphorsäure, da die salpetersaure mit Molybdänlösung versetzte Lösung der Asche keinen Niederschlag, sondern nur einen gelblichen Schein zeigte.

Aber auch die Butter wies nicht nur bedeutend geringeren Phosphorsäuregehalt auf, als früher, sondern derselbe war auch grossen Schwankungen unterworfen.

Im Mittel fand ich den Lecithingehalt, indem ich den nun gefundenen Phosphorsäuregehalt vollständig als aus dem Lecithin stammend in Rechnung zog, zu 0.017 %; während Beilstein (2. Aufl., Bd. I, S. 394) denselben nach Schmidt-Mülheim auf 0.15—0.17 % angiebt.

Die folgende kleine Tabelle giebt neben einigen anderen die verschiedenen Muster charakterisierendsn Eigenschaften die Einzelresultate:

	Herkunft		Schmelzpunkt °C	Erstarrungspunkt °C	Flüchtige Fettsäure, bez. auf 5 g filtr. Fett in ccm 1/10 norm. Alk.	Distearinlecithin %
	Provinz	Boden				
1	Gelderland	Kley	40.6	27.0	26.9	0.033
2	Friesland	Kley	39.2	25.9	29.3	0.007
3	Friesland	Sand	37.0	25.2	30.5	0.011
4	Groningen	Viel Kley m. Sand	38.9	26.1	29.4	0.015
5	Friesland	Kley	37.9	24.6	28.0	0.033
6	Friesland	Sand und Kley	38.2	24.0	29.0	0.011
7	Friesland	Kley	38.2	24.1	28.3	0.011

Wageningen, Rykslandbouwproefstation, 1892.

Die wasserlöslichen Verbindungen der Phosphorsäure in den Superphosphaten.

Von

JULIUS STOKLASA.

(Fortsetzung.)

(Mit Tafel VII.)

Einfluss der Kalksalze.

A. Calciumkarbonat.

Eine bedeutende Verbreitung des kohlensauren Kalks in der Ackererde hat mich zu einem genaueren Studium über den Einfluss des Calciumkarbonates auf das Monocalciumphosphat bewogen. Zu meinen Versuchen verwendete ich das Präparat No. V[1]) welches folgende Zusammensetzung erwies:

$P_2O_5 = 56.68\ \%$, $CaO = 22.36\ \%$, $H_2O = 21.58\ \%$.

Das Präparat enthielt eine sehr geringe Menge freier Phosphorsäure, nämlich 0.014 %. Die Wirkung des Salzes auf kohlensaures Calcium können wir in zwei folgend durchlaufenden Reaktionen beobachten:

1. $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O + CaCO_3 + 2\ H_2O = 2\ CaHPO_4 . 2\ H_2O + CO_2$
2. $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O + 2\ CaCO_3 = Ca_3(PO_4)_2 . 2\ H_2O + 2\ CO_2 + H_2O$.

Studieren wir die erste Reaktion. In diesem Falle wurden 1 g $CaCO_3$ und 2.52 g $CaH_4(PO_4)_2 + H_2O$ (ein Molekül kohlensaures Calcium und ein Molekül Monophosphat), beide Verbindungen als feines Pulver, in einer Porzellanschale gemischt Nach 2 Std. dauerndem Reiben wurde das Gemisch beider Substanzen in 500 ccm dest. Wasser gebracht und die Lösung auf dem Wasserbade bis auf einen kleinen Rückstand abgedampft. Die eingedickte Flüssigkeit wurde mit Wasser verdünnt, das Unlösliche abfiltriert, ausgewaschen, anfangs bei 30—50° C, dann im Exsiccator über Schwefelsäure zum konstanten Gewichte getrocknet.

---

[1]) Siehe meine frühere Abhandlung in Landw. Vers.-Stat., Bd. XXXVIII, S. 401.

Der Rückstand hat 3.12 g gewogen; berechnet sollte man 3.44 g $CaHPO_4 . 2 H_2O$ erhalten.

Das auf diese Art dargestellte Dicalciumphosphat enthielt:	$CaHPO_4 . 2 H_2O$ verlangt:
P_2O_5 41.08 %	41.28 %
CaO 32.00 „	32.56 „
H_2O 26.29 „	26.16 „

Die oben angegebene Zusammensetzung des Präparates beweist, dass sich in diesem Falle wirklich das Dicalciumphosphat bildete.

Der eben besprochene Versuch wurde mit doppelter Menge beider Substanzen wiederholt, wobei, wie im ersten Falle, alle Vorsichts-Massregeln getroffen wurden, dass das Monocalciumphosphat nicht in Dicalciumphosphat und freie Phosphorsäure zersetzt wird. Ich erhielt wieder das reine Dicalciumphosphat, dessen Analysenresultate seine normale Zusammensetzung bestätigten. Dass durch die Wirkung der Orthophosphorsäure auf kohlensaures Calcium sich das Dicalciumphosphat und die Kohlensäure bilden, also die Reaktion nach folgendem Schema verläuft:

$$CaCO_3 + H_3PO_4 + H_2O = CaHPO_4 . 2 H_2O + CO_2$$

wurde schon lange bekannt, jedoch hielt es H. RITTHAUSEN[1]) im Jahre 1877 für wichtig, die Berechtigung dieses Schemas zu beweisen.

Die zweite Reaktion. 2 g (2 Moleküle) des chemisch reinen kohlensauren Kalks wurden mit 2.52 g des fein pulverisierten $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$ unter fortgesetztem Reiben in einer Porzellanschale gemischt. Nach 3 Std. wurde das Gemisch der betreffenden Substanzen in kleinen Portionen in 500 ccm Wasser gebracht (die Entwicklung der Kohlensäure war zwar schwach, wurde jedoch durch ein deutliches Schäumen merkbar), um die Zersetzung des Monophosphates zu verhindern. Diese Lösung wurde auf dem Wasserbade grösstenteils abgedampft, darauf zu 250 ccm verdünnt, der bei der Reaktion gebildete Niederschlag abfiltriert, ausgesüsst, bei 40—50° C getrocknet und endlich im Exsiccator über Schwefelsäure bis zum konstanten Gewichte aufbewahrt.

Die Analyse des dargestellten Präparates ergab folgende Resultate:	$Ca_3(PO_4)_2 . 2 H_2O$ verlangt:
P_2O_5 40.52 %	41.05 %
CaO 47.83 „	48.55 „
H_2O 11.08 „	10.40 „

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. XXX, S. 401.

Nach der Berechnung sollen sich 3.46 g $Ca_3(PO_4)_2 . 2 H_2O$ bilden, der Versuch ergab 3.199 g. Durch drei Stunden dauerndes Trocknen bei 150° C. gab das Präparat zwei Moleküls Wasser ab.

$Ca_3(PO_4)_2$ berechnet	gefunden
P_2O_5 45.81 %	P_2O_5 45.43 %
CaO 54.19 „	CaO 54.00 „

Derselbe Versuch wurde wiederholt mit gleichstimmenden Resultaten. Es bildete sich also chemisch reines Tricalciumphosphat. Über die Bildung des Tricalciumphosphates aus dem Monophosphate unter Mitwirkung des kohlensauren Kalks wurde bisher nichts näheres bekannt. Die in dieser Richtung durchgeführten Versuche von M. A. Millot,[1]) Ritthausen, M. Weiland,[2]) beschränken sich auf die Lösungen der Superphosphate und des unreinen Monophosphates, welche jedoch, wie ich schon vorher bewies, neben dem Monocalciumphosphate auch freie Orthophosphorsäure enthalten.

Vom chemischen Standpunkte verursachten die unrichtigen Versuche der oben bemerkten Forscher falsche Anschauungen über manche chemische Prozesse in der Ackererde. Die Superphosphatlösungen, welche die freie Phosphorsäure und das Monocalciumphosphat in verschiedenem Verhältnisse enthalten, begründeten disharmonische Reaktionen mit kohlensaurem Kalk. Dieselben Forscher haben ihre Versuche mit einem unreinen Monophosphate, welches freie Phosphorsäure enthielt, durchgeführt, oder es wurde ihnen die schnelle Zersetzung des Monocalciumphosphates und die Bildung der freien Phosphorsäure und des Diphosphates bei Anwesenheit von kleinen Mengen Wasser nicht bekannt.

Bei den angeführten Experimenten muss man mit grosser Vorsicht vorgehen, besonders in dem Falle, wo zwei Moleküle des kohlensauren Kalkes wirken.

Die zweite Reaktion, d. h. die Bildung des in schwachen Säuren (2 % Citronensäure, Essigsäure u. s. w.) und im mit Kohlensäure gesättigten Wasser weniger löslichen Triphosphates, ist bedeutungsvoll für die Absorption in der Ackererde.

---

[1]) Comptes rendus und Annales agronomiques 1880, pag. 126.

[2]) Landw. Vers.-Stat., Bd. XXXIV (1887), S. 207.

Wirkt die im Wasser lösliche Phosphorsäure in Form des Monocalciumphosphates als Ersatz der Pflanzen-Nährstoffe und zwar in der Maximalmenge, welche verwendet wird, d. h. 100 kg (5 q Superphosphat mit 20 % im Wasser löslichen P_2O_5) auf ein Hektar der Ackererde, was 178 kg Monocalciumphosphat entspricht, und enthält die Ackererde von dem spezifischen Gewicht 1.5 blos 0.4 % $CaCO_3$, so trifft das Phosphat in einer Schichte von 10 cm Ackererde in einem Hektar mit 6000 kg kohlensaurem Kalk zusammen! In einer Schichte von 10 cm Ackererde wirken auf ein Teil Monocalciumphosphat 33 Teile kohlensaures Calcium. Wie lange das Monocalciumphosphat in diesem Falle im löslichen Zustande bleibt, werden weitere Versuche zeigen.

Die Superphosphate enthalten die im Wasser lösliche Phosphorsäure, wie schon bemerkt wurde, als Monocalciumphosphat und Phosphorsäure, z. B.:

I. Superphosphat 18.6 % im Wasser löslicher P_2O_5 (erzeugt mittelst H_2SO_4 von 60° Bé):

P_2O_5 als $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$	17.42 %
„ „ H_3PO_4	1.18 „

II. Disuperphosphat mit 40.5 % im Wasser löslicher P_2O_5 (erzeugt mittelst Phosphorsäure von 55° Bé.):

P_2O_5 als $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$	38.2 %
„ „ H_3PO_4	2.3 „

III. Superphosphat mit 15.8 % im Wasser löslicher P_2O_5 (erzeugt mittelst H_2SO_4 von 50° Bé):

P_2O_5 als $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$	2.42 %
„ „ H_3PO_4	13.18 „

Diese Analysen zeigen sehr auffallend den Grund der falschen Deduktionen aus den resultierenden Düngungs-Versuchen.

Die ganze Reihe von Versuchen beweist, dass die Assimilationsprozesse bei der Anwesenheit des Diphosphates schneller fortschreiten. Die vom physiologischen Standpunkte allgemein bekannte Bedeutung des Diphosphates gegen weniger lösliches Triphosphat für die Pflanzenproduktion wird in den Resultaten der Beobachtungen von zahlreichen Forschern sehr gut charakterisiert.

Unsere Versuche zeigen besonders ungünstige Resultate für das Tricalciumphosphat neben dem Diphosphate in den Kalkböden betreffs der Gersten- und Rübenkultur.

Dass es nicht gleichgiltig ist, welches von den oben besprochenen Superphosphaten verwendet wird, und ob sich das Diphosphat (von der Orthophosphorsäure) oder das Triphosphat (von den Monophosphaten) bildet, lehren uns die Resultate der Vegetations-Versuche.[1])

Die Kalkböden mit Monocalciumphosphat[2]) gedüngt gaben nie solche Erträge und Qualität an Rübe, Gersten, Korn und Erbsen, wie sie durch die Anwendung der Orthophosphorsäure erzielt wurden.

Betrachten wir die ausführlichen Berichte über die Düngungsversuche, so finden wir keine näheren Daten über die Zusammensetzung der verwendeten Superphosphate, besonders die Menge der freien Phosphorsäure und der Monophosphate (des Calciums, Magnesiums, Eisens und Aluminiums). Auf Grund meiner Erfahrungen sind alle bisherigen Versuche unvollständig, und die Deduktionen aus den Düngungs-Versuchen besitzen nicht den Wert, welchen man ihnen beizulegen pflegt. Unser ganzes Lehrsystem über den Ersatz der Pflanzen-Nährstoffe entbehrt eines wahren Grundes, wie wir uns vollständig, aus den nachfolgenden Abhandlungen über die physiologischen Forschungen[3]) überzeugen.

Ich trachtete darnach, meine Versuche den Verhältnissen, welche auch wirklich in der Natur vorkommen, anzupassen. Zu diesem Zwecke wurden verschiedene Versuche mit dem festen Monocalciumphosphat sowohl, als mit seinen Lösungen, durchgeführt.

In den nachfolgenden Versuchen benützte ich wieder das Präparat No. V. Und zwar liess ich ein Molekül kohlensaures Calcium auf ein Molekül $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$ wirken. 1 g $CaCO_3$

---

[1]) In den „Mitteil. d. Vereines z. Förd. d. landw. Versuchswesens in Österreich" publizierte ich im Jahre 1891 meine Beobachtungen über den Einfluss der Orthophosphorsäure und des Monocalciumphosphates auf die Rübenproduktion.

[2]) Neben dem Stickstoff als Chilisalpeter (bei der Zuckerrübe) oder als Ammoniumsulfat (bei dem Korn).

[3]) Im zweiten Teile. (Physiologische Bedeutung der Monophosphate). Wie oberflächlich viele kostbare und langdauernde Versuche in dieser Richtung waren und sind, ersieht man daraus, dass dem Experimentator nicht einmal die Konstitution seines Superphosphates bekannt war.

als reines Calcit (grobes Pulver) wurde mit 2.52 g $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$ (als kleine Kryställchen) gemischt und in einer verstopften Flasche zwei Stunden aufbewahrt.

Dasselbe Verhältnis wurde auch bei den weiteren Versuchen durch 24 Std. 5, 10, 30 Tage etc. beibehalten. Nach der verflossenen Zeit wurde das Gemisch in einen Glaskolben von 1000 ccm Inhalt gebracht und in dem Filtrat die Phosphorsäure mittelst Molybdänlösung bestimmt, in einigen Fällen auch CaO.

Die Resultate der einzelnen Beobachtungen enthält folgende Tabelle.

Einwirkungzeit	gefunden: im Wasser lösl. P_2O_5 als $CaH_4(PO_4)_2 + H_2O$
2 Stunden	55.4 % P_2O_5
24 „	40.32 „ „
5 Tage	35.60 „ „
10 „	34.16 „ „
30 „	29.64 „ „
100 „	26.23 „ „
360 „	21.02 „ „

Interessant ist es, dass nach 500 Tagen wieder 20.95 % löslicher P_2O_5 gefunden wurden. Das Monocalciumphosphat in der krystallinischen Form verliert durch den Einfluss des kohlensauren Kalkes (Calcit) allmählich an Glanz und Durchsichtigkeit und geht in weisse Krystalle des Dicalciumphosphates über. Die Bildung des Dicalciumphosphates wird durch das Berühren beider Verbindungen bedingt. Durch die Bildung des Dicalciumphosphates auf der Oberfläche des Monophosphates wird die weitere Wirkung des kohlensauren Kalkes verhindert. G r o s s e K r y s t a l l e d e s C a l c i t s o d e r d e s A r r a g o n i t s mit den Kryställchen des Monocalciumphosphates gemischt, zeigen keine auffallende Zersetzung. Die glänzenden Krystallflächen des Calcits bleiben auch nach 3 Monaten in dem Monocalciumphosphat unverletzt, wenn die Feuchtigkeit keinen Zutritt hat. Fein gepulverte Kryställchen des Calcits oder Arragonits haben wohl schneller gewirkt unter Bildung des Diphosphates. Beide Substanzen in besprochenen Verhältnissen gemischt enthielten nach 500 Tagen 20.95 % P_2O_5 (lösliche Phosphorsäure als Monophosphat. —

Weitere Beobachtungen wurden auch mit der Monocalciumphosphatlösung durchgeführt. Das im Wasser gelöste Mono-

calciumphosphat wurde in den Literkolben mit reinem, fein pulverisiertem Calcit gemischt und zwar 2.52 g $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$ und 1 g $CaCo_3$.

Wirkungzeit	gefunden im Wasser lösl. P_2O_5 als $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$:
2 Stunden	54.52 % P_2O_5
24 „	32.16 „ „
5 Tage	27.04 „ „
10 „	20.16 „ „
30 „	15.34 „ „
100 „	14.26 „ „
360 „	14.01 „ „

Aus diesen Resultaten folgt, dass zwar die Lösung energisch wirkt, jedoch wohl unvollständig bei Anwesenheit eines Moleculs $CaCO_3$. Unter Mitwirkung von 2 Mol. $CaCO_3$ in Form fein gepulverten Calcits auf 1 Mol. $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$ in 1000 cm^3 Wasser und durch öfteres Schütteln, wurden nach 36 Tagen in der Lösung 1.32 % P_2O_5 als $CaH_4(PO_4)_2$ gefunden. Es wurde also fast sämtliche Phosphorsäure in eine im Wasser unlösliche Form umgewandelt.

Wasser, welches freie Kohlensäure enthält, löst das gebildete Dicalciumphosphat in kleiner Menge. 1 l mit CO_2 gesättigtes Wasser löste 0.096 g P_2O_5 von $CaHPO_4 . 2H_2O$. — Indem die im Kontakt stehenden Krystallflächen vergrössert werden, steigt auch die Zersetzungsenergie. Zu diesem Zwecke habe ich zwei Prismen von reiner Kreide verfertigt, welche folgende Dimensionen hatten.

I. Die Oberfläche des Prisma = 38 qcm, Gewicht 20 g
II. „ „ „ „ = 32.1 „ „ 10 g.

Jedes einzelne Prisma wurde in eine Lösung von Monocalciumphosphat eingetaucht. Diese Lösung war im Verhältnis 1 : 200 (10 g : 2000 ccm Wasser) bereitet. In jedem Versuche wurden 150 ccm Lösung (0.75 g $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$) abgemessen). Nach sieben Monaten wurde die Phosphorsäure in der Lösung analytisch bestimmt.

I. . . . . . . = 15.54 % } von 56.68 % P_2O_5.
II. . . . . . . = 31.86 „ }

Derselbe Versuch wurde auch im grösseren Massstabe mit gleichem Erfolge wiederholt. Bemerkenswert ist, dass die Lösung, welche in innere Schichten der Kreide eingesaugt wurde, doppelte Zersetzung erwies, trotz fast gleich grosser Oberfläche.

Eine andere Erscheinung wurde beim Verwenden des Kalk-Sandsteines von der Iser-Schichten der Kreideformation bei Leitomischl (Böhmen) beobachtet.

Die Analyse des harten Callianasa-Kalksteines lieferte folgende Resultate:

In Salzsäure löslicher Teil (%)		In Salzsäure unlöslicher Teil (%)	
K_2O	0.20	K_2O	0.33
Na_2O	0.47	Na_2O	0.34
MgO	0.72	MgO	0.92
CaO	21.34	CaO	0.83
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	3.26	$F_2O_3 + Al_2O_3$	4.30
SiO_2	4.05	SiO_2	45.13
SO_3	0.18		51.85
CO_2	16.80		
P_2O_5	0.06		
	47.08		

In Salzsäure löslicher Teil	= 47.08 %
In Salzsäure unlöslicher Teil	= 51.85 „
Verlust durch Glühen	= 2.00 „
	100.93 %

Ein von Kalk-Sandstein verfertigtes Rechteck von 112 qcm Oberfläche und 236 g Gewicht wurde in 1 l $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$ = Lösung in Verdünnung 1:200 (5 g $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$ in 1000 ccm Wasser) getaucht und 6 Monate in dieser Lösung in einer cylindrischen Flasche aufbewahrt. Nach einem halben Jahre enthielt die Lösung 21.42 % lösliches P_2O_5.

Auf innere Schichten wirkte das Monocalciumphosphat wegen der harten und festen Beschaffenheit des Kalksteines nicht und beschränkt sich der Zersetzungsprozess auf die Oberfläche des Kalksteines, wie ich es an dem gebildeten Überzuge des Triphosphates beobachtet habe. Wohl ist es sicher, wie später bewiesen wird, dass die Zersetzung ausser durch kohlensauren Kalke auch durch die Silikate bewirkt wurde. Bedenkt man, dass der Kalk-Sandstein 38 % $CaCO_3$ enthielt, und dass also 89 g $CaCO_3$ auf 2.5 g $CaH_4(PO_4)_2 . HO_2$ oder 1.415 g P_2O_5 wirkten und dass 63 % des zersetzten Monophosphates durch die Analyse gefunden worden, so muss man sich darüber wundern, wie langsam die Zersetzung in den Kalkformationen e i n e r f e s t e n A r t f o r t s c h r e i t e t.

Meine weiteren Versuche habe ich mit einem reinen, klein granulierten Calcit durchgeführt. Die Lösung von $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$ wurde im Verhältnisse 1:200 (10 g in 2000 ccm) vorbereitet. Um beobachten zu können, wie das Monocalciumphosphat auf

einzelne Schichten des Karbonates wirkt, habe ich Glasröhren von verschiedenem Durchmesser benützt, welche nach der Abbildung eingerichtet worden.

In der Abbildung bedeutet a) Schichte der Glaswolle, b) Schichte des Karbonates, c) freier Raum für die Lösung.

I. Versuch. Das Glasrohr wurde mit 100 g granulierten Calcit gefüllt. Im Laufe der 60 Minuten sind durch diese Karbonatschichte 100 ccm Monophosphatlösung (Verdünnung 1:200) gelaufen. Nach vollständigem Durchwaschen der Karbonatschichte wurden in der Lösung durch die Analyse 56.03 % P_2O_5 gefunden, also fast die ursprünglich verwendete Menge.

100 ccm Lösung wurden mit einer frischen Calcitschichte 48 Stunden in Berührung gelassen. Die Analyse dieser Lösung ergab 14.32 % P_2O_5 als $CaH_4(PO_4)_2.H_2O$.

100 ccm Lösung wirkten auf frische Schichte des Calcits 75 Stunden Die Analyse der Lösung ergab 11.89 % P_2O_5 als $CaH_4(PO_4)_2.H_2O$.

100 ccm Lösung wurden mit einer frischen Schichte des Karbonats in Kontrakt 165 Stunden gelassen. Die Analyse der Lösung ergab 10.3 % P_2O_5 als $CaH_4(PO_4)_2.H_2O$.

Die durchgeführten Versuche bewiesen deutlich, dass die Krystalle des Calcits auf die Monocalciumphosphatlösung nur allmählich wirkten.

Die nachfolgenden Versuche wurden in Glasröhren von 1.5 m Länge und 4 cm Durchmesser ausgeführt.

Die Glasröhren werden mit frisch ausgeschiedenem Calciumkarbonat und Stücken Quarz (der vorher mit Salzsäure behandelt wurde und mit H_2O ausgewaschen) gefüllt und zwar im Verhältnisse, dass das Gemisch 75 % $CaCO_3$ enthielt. Die Schichte dieses Gemisches war 1.3 m lang.

Die Lösungen hatten folgende Konzentration:

1:200. 5 g in 1000 ccm Wasser (2.53 g. P_2O_5 in Form von $CaH_4(PO_4)_2.H_2O$.
1:400. „ „ 2000 „ „
1:800. „ „ 4000 „ „

In allen drei Röhren sickerten die Lösungen mit gleicher Geschwindigkeit durch. Nach vollständigem Durchdringen der Lösung (in 5 Tagen) wurde der Inhalt der Glasröhren durchwaschen, das klare Filtrat unter Zusatz von Salpetersäure verdunstet und die Phosphorsäure mittelst Molybdänlösung bestimmt.

Bei d. Verhältnisse 1 : 200 wurden gef. 0.86 % unzersetztes P_2O_5 als $CaH_4(PO_4)_2$.
1:400 „ „ 3.54 „ „ „ „ „
1:800 „ „ 6.99 „ „ „ „ „

Diese Versuche beweisen, dass das **Calciumkarbonat aus den verdünnten Lösungen weniger Triphosphat ausscheidet, als aus den konzentrierten Lösungen.**

Die Energie der Zersetzung des Calciumkarbonates in den Monocalciumphosphatlösungen wird durch ihre Konzentration bedingt, und zwar steht die Menge des gebildeten Triphosphates im direkten Verhältnisse zu der Konzentration der Monocalciumphosphatlösung.

Eine andere Erscheinung trat ein, wenn die freie Orthophosphorsäure verwendet wurde. Die Experimente wurden unter oben beschriebenen Verhältnissen durchgeführt und zwar immer in frisch gefüllten Röhren.

Die Konzentration der verwendeten Lösungen:

1. 2.53 g P_2O_5 als H_3PO_4 verdünnt in 1000 ccm
2. 2.53 „ „ „ „ „ „ 2000 „
3. 2.53 „ „ „ „ „ „ 4000 „

Im Filtrate wurden gefunden:

1. . . . . . 2.46 % in Wasser lösliches P_2O_5
2. . . . . . 0.99 „ „ „ „
3. . . . . . Spuren „ „ „

Diese interessante Erscheinung kann man auf folgende Art erklären. Wirkt die Phosphorsäure auf das Calciumkarbonat, so verläuft die Reaktion nach dem Schema: $CaCO_3 + H_3PO_4 + H_2O = CaHPO_4 . {}_2H_2O + CO_2$. Die Schicht, welche das gebildete Dicalciumphosphat enthält, kommt wieder mit freier H_3PO_4 in Berührung, und es bildet sich nach der Reaktion: $CaHPO_4 . 2H_2O + H_3PO_4 = CaH_4P_2O_8 . H_2O + H_2O$ als das Monophosphat, welches den weiteren Kreislauf durchmacht. Bei der Konzentration 2.53 g P_2O_2 (also H_3PO_4) in 1000 ccm Wasser ist die Phosphorsäure zur Bildung des Monophosphates mehr geeignet, denn die Affinität der Molekülen ist bei der Wirkung einer konzentrierten Lösung grösser.

Aus diesen Versuchen resultiert:

a) Der Kreislauf der Monocalciumphosphatlösung ist von der Konzentration derselben abhängig. Verdünnte Lösungen zirkulieren in den Kalk-Ackerböden viel leichter, als konzentrierte. Eine Lösung im Verhältnisse 1:800 in der Tiefe von 1.3 m enthält nach 5 Tagen 7 % Phosphorsäure als Monophosphat.

b) Die Absorption der Orthophosphorsäure vermehrt sich mit der Konzentration der Lösung.

Die eben durchgeführten Lösungen zeigen zwar vortrefflich den Kreislauf der Lösungen und ihre Absorption, nicht aber

die Nachahmung des wirklichen Ersatzes der Phosphorsäure in fester Form (Superphosphate).

Um den eigentlichen Zweck zu erreichen, liess ich cylindrische Gefässe von Zinkblech mit einem Bleiüberzug verfertigen. Das Innere wurde mit einem den Säuren widerstehenden Firniss angestrichen (Tafel VII Fig. 2). Die Gefässe waren von verschiedenen Dimensionen und zwar:

	Höhe, bis zu der gefüllt wurde	Durchmesser	gesamte Höhe
I. Cylinder	20 cm	10 cm	25 cm
II. „	30 „	10 „	35 „
III. „	40 „	10 „	45 „
IV. „	50 „	10 „	55 „

Der mit Salzsäure behandelte und gründlich durchgewaschene Sand wurde nach vollständigem Trocknen mit chemisch reinem Calciumkarbonat gemischt. Das Gemisch enthielt 20 % $CaCO_3$.

Einzelne Cylinder wurden mit folgender Menge Mischung gefüllt:

I.	2375 g	III.	4690 g
II.	3660 g	IV.	6004 g

Jeder Cylinder wurde mit genau passendem Deckel A geschlossen. An den Deckel wurde ein Trichter und ein Rohr zum Gastreiben angebracht.

Cylinder B wurde mit Sand, welcher 20 % $CaCO_3$ enthielt, gefüllt; der trichterförmige Teil C enthielt Glaswolle (c—c¹).

Für jeden Cylinder wurden 7 g chemisch reines $CaH_4(PO_4)_2$ . . H_2O abgewogen und dasselbe immer gleichmässig in den Ackerboden bis zu 5 cm Tiefe eingegraben.

Mittelst des Trichters, welcher bis unter das Monophosphat (3—4 cm) hinreichte, liess ich im Laufe der zehn Tagen bei jedem Cylinder 2000 ccm Wasser zulaufen und zwar in der Art, dass beim ersten Laufe das Verhältnis 1 $CaH_4PO_4)_2 . H_2O$: : 50 H_2O erreicht werden konnte, wie es beiläufig im Ackerboden im grossen vorkommt. Nach Verlauf der angegebenen Zeit wurde der Inhalt jedes Cylinders wieder mit 2000 ccm destilliertes Wasser durchwaschen. Das Filtrat war vollkommen klar und enthielt nicht einmal Spuren von freier Phosphorsäure, ein Beweis, dass in der Lösung sämtliche Phosphorsäure an Kalk gebunden war.

Die durchsickerte Flüssigkeit wurde bis zu 250 ccm unter Zusatz von Salpetersäure verdunstet und in derselben Phosphorsäure bestimmt.

Die Flüssigkeit vom	I. Cylinder enthielt	0.082 g P_2O_5	
„ „ „	II. „ „	0.056 „ „	
„ „ „	III. „ „	0.028 „ „	in Form des aufgelösten ausgeschiedenen Diphosphates.
„ „ „	VI. „ „	0.0058 „ „	

Setzt man als Grund in der verwendeten Menge 7 g $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$ enthaltendes Quantum 3.962 g P_2O_5 ein, so ergiebt sich folgende in $^0/_0$ ausgedrückte Menge in Wasser lösliches P_2O_5.

Im I. Cylinder	2.07 $^0/_0$	Im III. Cylinder	0.709 $^0/_0$
„ II. „	1.42 „	„ IV. „	0.146 „

Ein kurzer Blick auf die eben angeführten Zahlen beweist, dass schon die Schichte von 20 cm Erdboden mit 20 $^0/_0$ $CaCO_3$ im Gewichte 2375 g fähig war, von dem Monocalciumphosphate fast alle Phosphorsäure (3.962 g) zu absorbieren. In unserem Versuche kommen auf 78.5 ccm 3.962 g P_2O_5; eine so grosse Menge kommt wohl in der Praxis nicht vor.

Es wurde also unter sehr günstigen Verhältnissen gearbeitet.

Betrachten wir jetzt wirkliche Umstände. In Maximum werden auf 1 ha Ackerboden 100 kg P_2O_5 (5 q Superphosphat mit 20 $^0/_0$ in Wasser löslicher P_2O_5 verwendet.

1. Enthält der Ackerboden vom spez. Gew. 1.2 20 $^0/_0$ $CaCO_3$ [1]), so treffen in 1 ha 100 kg P_2O_5 als $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$ in einer 1 cm dicken Schichte mit 24.000 kg $CaCO_3$ zusammen.

Nach dem oben besprochenen Versuche sind zu der Absorption 6786 g $CaCO_3$ nöthig.

2. Ackerboden vom spez. Gew. 1.2, welcher 2 $^0/_0$ $CaCO_3$ enthält, so trifft P_2O_5 in einer 3 cm dicken Schichte in einem ha mit 7200 kg $CaCO_3$ zusammen.
3. Ein Ackerboden vom spez. Gew. 1.2 und 0.2 $^0/_0$ $CaCO_3$, so trifft in 1 ha P_2O_5 in einer 30 cm dicken Schichte mit 7200 kg $CaCO_3$ zusammen.

Durch diese interessanten Versuche wird konstatiert, bis in welche Tiefe die Phosphorsäure in ihrem unveränderten löslichen Zustande unter angegebenen Verhältnissen eindringen kann.

---

[1]) Ackerböden mit ca. 20 $^0/_0$ $CaCO_3$ sind in Mitteleuropa sehr verbreitet.

Bedenken wir, dass die Wurzeln der Pflanzen sich in einer Tiefe von 50—100 cm in einer thätigen Verästelung befinden, und in der Blütenzeit verhältnismässig am meisten die Phosphorsäure (nicht aber alle Pflanzen) assimilieren [1]), so begreifen wir die grosse Bedeutung der Bildung des leicht beweglichen Diphosphates aus der Phosphorsäure. Das Superphosphat muss unbedingt eine in Wasser lösliche Phosphorsäure in Form der freien Orthophosphorsäure enthalten, und ist es nöthig, das Superphosphat tief einzuackern, wenn überhaupt lösliche Phosphorsäure zur Wirkung kommen soll.

Das Monocalciumphosphat wird im Ackerboden durch Wasser zersetzt, im folgenden Verhältnis:

1 : 1 zersetzt 26.34 % $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$: $CaHPO_4$ 14.53 %, 7.51 % P_2O_5 als H_3PO_4.
1 : 50 zersetzt 6.3 % $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$: $CaHPO_4$ 3.77 %, P_2O_5 als H_3PO_4 2.06 %.
1 : 100 zersetzt 0.95 % $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$: $CaHPO_4$ 0.77 %, P_2O_5 als H_3PO_4 0.50 %.

Freie Phosphorsäure bildet mit kohlensaurem Kalk das Diphosphat.

Aus der Abhandlung über die Löslichkeit des Monocalciumphosphates in Wasser wurde eine leichte Zersetzung durch Wasser im Verhältnisse 1 : 1 — 1 : 200 näher erkannt. Physikalische Eigenschaften des Ackerbodens, also seine Wasserkapazität, Durchlässigkeit und Kapillarität, sind besonders wichtig für die Wirkung dieses Phosphates im Ackerboden.

Das agrikulturphysische Studium über die Bewegung des Wassers im Ackerboden führt zu den interessanten Erscheinungen, deren Applikation in den chemischen Prozessen eine Haupt-

---

[1]) Die gesamte organische Produktion unserer Kulturpflanzen wird durch die Entwickelung und den Habitus der Wurzeln bedingt. Sind die Nährstoffe der endosmotischen Wirkung der Wurzeln leichter zugänglich, so wird der Aufwuchs der feinen Haarwurzeln vermehrt, die Assimilation ist lebhafter, und vitale Prozesse steigen. Physiologische Prozesse betreffs der Funktion der Phosphorsäure sind auch bei den Gramineen nicht gleich. Die Gerste verlangt schon im ersten Stadium ihrer Entwickelung die Phosphorsäure, obwohl auch ihre Anwesenheit in der Blütezeit einen grossen Einfluss auf die Qualität des Kornes ausübt. Eine andere Erscheinung kommt beim Hafer, Roggen etc. vor. Über die Assimilationsprozesse wird im zweiten Teile gehandelt. —

bedingung ist, um die Circulation der Phosphate in den Hauptbestandteilen des Ackerbodens (Sand, Calciumkarbonat, Thon und Humus) richtig zu verstehen.

Die wasserhaltende Kraft habe ich mittelst der Apparate in Taf. VII Fig. 1 bestimmt. Zu jedem einzelnen Versuche wurde ein Durchschnittsmuster von 2000, 3000, 4000 bis 6000 g Ackerboden abgewogen. Das zu dem Versuche verwendete Wasser wurde nicht nur genau gemessen, sondern auch im betreffenden Ackerboden nach dem Versuche analytisch bestimmt. Die erzielten Zahlen weichen bedeutend ab von den Resultaten, die einige Autoren, z. B. FESCA,[1] HEINRICH[2]) etc. publizierten, jedoch stimmen die Zahlen auffallend mit den neuesten Arbeiten von F. H. KING.[3])

Einzelne Bestandteile des Ackerbodens als gleichartig gebildetes Korn haben folgende Menge Wasser zurückgehalten.		
	Sand (feinkörnig)	9.4 %
	Thon	32.3 „
	Calciumkarbonat	25.6 „
	Lehmboden mit 60 % $CaCO_3$.	26.2 „
	Sand-Lehmboden mit 25 % $CaCO_3$	18.4 „

Nach meiner langjährigen Erfahrung enthalten Ackerböden in ihren oberen Schichten (10—20 cm) durchschnittlich folgende Menge Wasser:

	In trockenem Zustande	In normalem Zustande	In feuchtem Zustande
Lehmboden mit 10—30 % $CaCO_3$	3.9 %	13.8 %	23.4 %
Sand-Lehmboden mit 15—25 % $CaCO_3$	2.5 „	8.9 „	12.7 „
Thon-Lehmboden (aus der böhmischen Kreideformation) mit 10—20 % $CaCO_3$	6.6 „	17.5 „	29.6 „

Aus den angeführten Daten erhellt, unter welchen Verhältnissen die Löslichkeit des Monocalciumphosphates im Ackerboden möglich ist. Nehmen wir z. B. einen sandlehmigen Ackerboden, der im trockenen Zustande 2 % Wasser enthält. Eine 1 cm dicke Schichte des Ackerbodens beim sp. Gew. 1.2 enthält in 1 ha 2400 kg hygroskopisches Wasser. Nehmen wir an, dass auf 1 ha 50 kg P_2O_5 als Monocalciumphosphat oder 88 kg $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$ benützt worden; dann stellt sich das Verhältnis auf 1 : 27.2. Es tritt die Zersetzung ein, und die Produkte dieser Zersetzung zeigten etwa 13 % zersetztes Monocalcium-

[1]) Jahresbericht d. Agrikultur-Chemie 1888, 28.

[2]) Forsch. Agr. Phys. 1886, IX, 259.

[3]) Centralblatt für Agrikulturchemie 1891, XI.

phosphat. Bei 20 % Wasser im Ackerboden stellt sich das Verhältnis auf 1 : 272; also sollte in dem Falle die Zersetzung bei einer gleichmässigen Verteilung des Monophosphates im Ackerboden und unter Wirkung des Wassers, welches blos in 1 cm dicken Schichte des Ackerbodens enthalten ist, ausgeschlossen worden. Und doch wird in diesem Falle das Monocalciumphosphat zersetzt, wie aus folgendem Versuche erhellt. Auf einer Porzellanschale wurden 1000 g vollkommen trockener, weisser Sand von Elbefluss (der mit Salzsäure behandelt und nachdem mit destilliertem Wasser ausgewaschen wurde), dessen Oberfläche 980 qcm betrug, ausgebreitet und 200 g destilliertes Wasser zugesetzt. Der Sand enthielt also ca. 19 % Wasser. Die ganze obere Schichte wurde mit einer Methylorange-Lösung bestrichen. Über die Oberfläche wurde ein Gramm $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$ verteilt. Sobald nur ein grösseres oder mehrere Kryställchen im Gewicht von ca. 0.04 g die Oberfläche des Sandes berührten, wurde das Stückchen und auch der Rand des Sandes intensiv rot. Es trat also die Zersetzung ein und die Phosphorsäure machte sich von dem Monophosphate frei.

Denselben Versuch wiederholte ich mit dem Sand, der 2 % $CaCO_3$ enthielt. Durch Wirkung von Stückchen 0.04—0.06 g $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$ wurden einzelne Partien rot, die saure Reaktion verschwand jedoch durch Wirkung des kohlensauren Calciums Eine einfache Berechnung erklärt den Grund dieser Zersetzung. Ein kleines Stückchen (0.01 g) braucht zu einer vollständigen Auflösung 2 qcm Wasser, 0.1 g schon 20 qcm etc.; befindet sich in seiner Umgebung nur die Hälfte von Wasser, so tritt eine deutliche Zersetzung ein. Wir erkennen daraus, dass das Zerstreuen der Superphosphate als feiner Staub sehr wichtige Prozesse bedingt, von denen wir früher keine Ahnung gehabt haben.

Einen anderen Charakter haben die Erscheinungen in den Lehm- und Thon-Böden. Der Versuch wurde unter oben bezeichneten Verhältnissen durchgeführt, nur dass anstatt Sand Lehm benützt wurde; der verwendete Lehm enthielt 35 % Wasser. Auf den Partien, wo sich mehrere Kryställchen gehäuft haben, wurde eine besondere Erscheinung bemerkt. Das Wasser zog sich nicht in die Krystalle ein, und es wurde nur auf der dicht an Lehm anliegenden Fläche eine geringe Zersetzung beobachtet. Die Kohäsion wie auch die Adhäsion der

Wassermoleküle zu den Lehmmolekülen ist weit grösser, als zu Sand[1]). Darum ist die Zersetzung des Monocalciumphosphates im Thon sehr gering, wogegen sie im Sand unter Mitwirkung des Wassers schnell fortschreitet.

Wie weit die Zersetzung mit wechselnden Mengen Wassers geht, erkennen wir aus den in den Apparaten No. I und II (Taf. VII) durchgeführten Versuchen.

Apparate zum Absorbieren der Wasserdämpfe und der Kohlensäure, mit Calciumchlorid (1 und 2) und Kalihydrat (3 und 4) gefüllt, sind mit einem leeren Cylinder (5) verbunden, der wieder mit einem trichterförmigen Teile C (des Cylinders B), welcher Glaswolle (c—c[1]) enthält, verbunden und mit dem Hahn J versehen ist. Der trichterförmige Teil C hat an seinem Ende auch einen Hahn zum Ablassen der Flüssigkeit. In dem oberen Teile des Cylinders A befindet sich ein Glastrichter mit Hahn, der 6 cm tief in den Inhalt des Cylinders hinabreicht und ein Rohr zum Gastreiben, welches wegen Absorption der sich bildenden Kohlensäure mit den Erlenmayer'schen Kolben a, a', a'' etc. verbunden ist. Der letzte Kolben schliesst an den Aspirator b an. Cylinder B wurde mit einem grobkörnigen, mit Salzsäure und destilliertem Wasser behandelten Quarz und mit granulierter, völlig reiner Kreide[2]) gefüllt.

Das Gemisch enthielt 20 % $CaCO_3$ und einzelne Stückchen hatten 0.5—1 cm im Durchschnitte, so dass die Luft durch 50 cm dicke Schichte frei gesaugt werden konnte. Das zu dem Versuche verwendete Gemisch war vollkommen trocken.

I. Versuch. 10 g $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$ wurden in den Ackerboden gleichmässig in die Tiefe von 10 cm eingegraben. Der Hahn J wurde aufgemacht, K zugemacht und durch den luftdichten Apparat die von Wasserdämpfen und Kohlensäure freie Luft einige Stunden getrieben. Sodann wurde der Apparat mittelst Hähnen J und K geschlossen und nachdem mit den Kolben, die mit $^1/_{10}$ normal $Ba(OH)_2$ gefüllt wurden, verbunden.

Nach den sorgfältigen Vorbereitungen wurde der Hahn am Glastrichter geöffnet, und 250 ccm Wasser in schnellem

---

[1]) Siehe Liebenberg: „Über das Verhalten des Wassers im Boden" 1873, ferner „Forschungen a. d. G. d. Agrik.-Physik 1878.

[2]) Der grobkörnige Quarz wurde nach dem Durchwaschen mit kohlensaurem Calcium (gemischt mit Gummi arabicum) umhüllt, um eine grössere Oberfläche des kohlensauren Calciums zu erzielen.

Strome eingelassen. Der Hahn wurde wieder geschlossen, bei J geöffnet und mit Hülfe des Aspirators die gebildete CO_2 durch die mit $^1/_{10}$ norm. $Ba(OH)_2$ gesaugt.[1]) Es trat sofort eine Trübung ein. Nach 1 stünd. Saugen wurde die Menge der absorbierten Kohlensäure konstatiert und gefunden: a) 0.343 g CO_2.

Nehmen wir an, dass die Zersetzung anfangs bloss durch Wasser bewirkt wurde, so würden sich 0.56 g P_2O_5 als H_3PO_4 frei machen, was 19.12 % des zersetzten Monocalciumphosphates oder 1.91 g entspricht. Es zeigte sich also das Verhältnis 1 : 10, obwohl nach den verwendeten Mengen des Wassers das Verhältnis 1 : 25 sich bilden sollte. Die Zersetzung erreichte eine grössere Intensität. Die Absorptionsapparate wurden nach 2 Std. wieder zu einem weiteren Versuche[2]) vorbereitet.

Es wurden 250 ccm Wasser eingelassen und der Hahn zu den Absorptionskolben aufgemacht. Nach einstündigem Saugen bildete sich ein starker Niederschlag, und es wurden b) 0.421 g CO_2 konstatiert.

Nach 2 weiteren Stunden werden die Apparate zu einem neuen Versuche vorbereitet und nachher 50 ccm Wasser eingelassen. Es wurden c) 0.554 g CO_2 konstatiert.

Die Apparate wurden zu einer neuen Operation in 10 Stunden vorbereitet. Eingelassen 50 ccm Wasser. Gefunden d) 0.313 g CO_2.

Die Apparate wurden zu einer neuen Operation in 24 Stunden vorbereitet. Eingelassen 10 ccm Wasser. Gefunden e) 0.458 g CO_2.

Die Apparate wurden zu einer neuen Operation in 10 Stunden vorbereitet. Eingelassen 10 ccm Wasser. Gefunden f) 0.093 g CO_2.

Die Apparate wurden zu einer neuen Operation in 10 Stunden vorbereitet. Eingelassen 10 ccm Wasser. Gefunden g) 0.065 g CO_2.

Die Apparate wurden zu einer neuen Operation in 10 Stunden vorbereitet. Eingelassen 50 ccm Wasser. Gefunden i) 0.052 g CO_2.

Weiter wurde die Zersetzung nicht verfolgt. Es ist ersichtlich, dass die Reaktion nur allmählich eintrat. Im Laufe

---

[1]) 4—6 mit $^1/_{10}$ norm. $Ba(OH)_2$ gefüllte Kolben. Zur Titration wurde Oxalsäure und als Indikator Phenophtalein benützt.

[2]) Sämtliche Apparate blieben luftdicht verschlossen.

der Beobachtung (im ganzen 72 Stunden) wurden 2.299 g CO_2 konstatiert, obzwar der Prozess nicht vollkommen beendet war.

Wenn die Reaktion so verläuft, wie man es nach folgendem Schema vermutet: $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O + CaCO_3 + 2H_2O = 2CaHPO_4 . 2H_2O + CO_2$, so müssten sich 1.7 g CO_2 bilden. Verläuft die Reaktion wie folgt: $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O + 2CaCO_3 = Ca_3(PO_4)_2 . 2H_2O + 2CO_2 + H_2O$, so werden 3.4 g CO_2 gebildet.

Auf den ersten Blick erkennt man, dass die Reaktion anfangs durch den Einfluss der freigewordenen Orthophosphorsäure, weiter jedoch durch Mitwirkung von 2 Mol. $CaCO_3$ auf ein Mol. $CaH_4(PO_4)_2.H_2O$ eintrat, und es bildete sich das Tricalciumphosphat.

Bei der verwendeten Menge (10 g) Monocalciumphosphat beträgt die berechnete CO_2: 3.4 g;[1]) gefunden: 2.299 g.

Man kann mit allem Recht vermuten, dass die Reaktion bedeutend grösser war, als es die gefundene Menge CO_2 anzeigte. Teilweise wurde CO_2 durch Wasser absorbiert, teilweise nicht alle Kohlensäure ausgesaugt.

Es ist noch zu konstatieren, wie viel Phosphorsäure das durchsickerte Wasser in einer 50 cm dicken Schichte enthält.

Die durchschnittliche Jahresmenge des sämtlichen meteorischen Wassers beträgt z. B. für Böhmen $35^1/_3$ Kubikkilometer, so dass es das ganze Land als 680 mm hohe Schichte bedeckte, wenn man sich dasselbe gleichzeitig auf der ganzen Oberfläche zum Niederschlag gebracht denkt.

In unserem Versuche wird als Grund eine 500 mm hohe Schichte angenommen, also auf der Fläche von 78.5 qcm 3925 ccm Wasser.

Nach 6 Tagen wurde der Inhalt des Cylinders mit 3925 ccm Wasser ausgewaschen. Die abgelaufene Flüssigkeit wurde bis auf 250 ccm unter Zusatz von Salpetersäure abgedampft und in der Lösung Phosphorsäure und Calciumoxyd bestimmt.

Gefunden: 0.192 g P_2O_5; 0.077 g CaO.

Die Phosphorsäure war im Filtrate als Monocalciumphosphat vorhanden. Nimmt man als Grund in den verwendeten

[1]) Es ist zu bemerken, dass sich anfangs durch Freiwerden der Orthophosphorsäure ein Teil des Diphosphates bildet, also diese Zahl auch entschieden geringer ausfällt.

10 g $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$ enthaltene Menge 5.63 g P_2O_5 an, so beträgt die unabsorbierte P_2O_5 3.41 %: ein interessanter Beweis, wie schnell die in Wasser lösliche Phosphorsäure absorbiert wird. Bedenken wir weiter, dass mit einem grossen, in der Praxis nicht vorkommenden Überschuss von Monophosphat gearbeitet wurde (eine stark konzentrierte Monophosphat- oder freie Phosphorsäurelösung würde die Wurzeln der Vegetation vernichten) (10 g $CaH_4(PO_4)_2 . H_2O$ auf 78.5 qcm), so erkennen wir, wie schnell die Phosphorsäure in den Kalkböden bei unserer normalen Düngungsart absorbiert wird.

Rekapitulieren wir einzelne Phasen der eben besprochenen Prozesse, so stellt sich folgendes aus:

I. Phase.

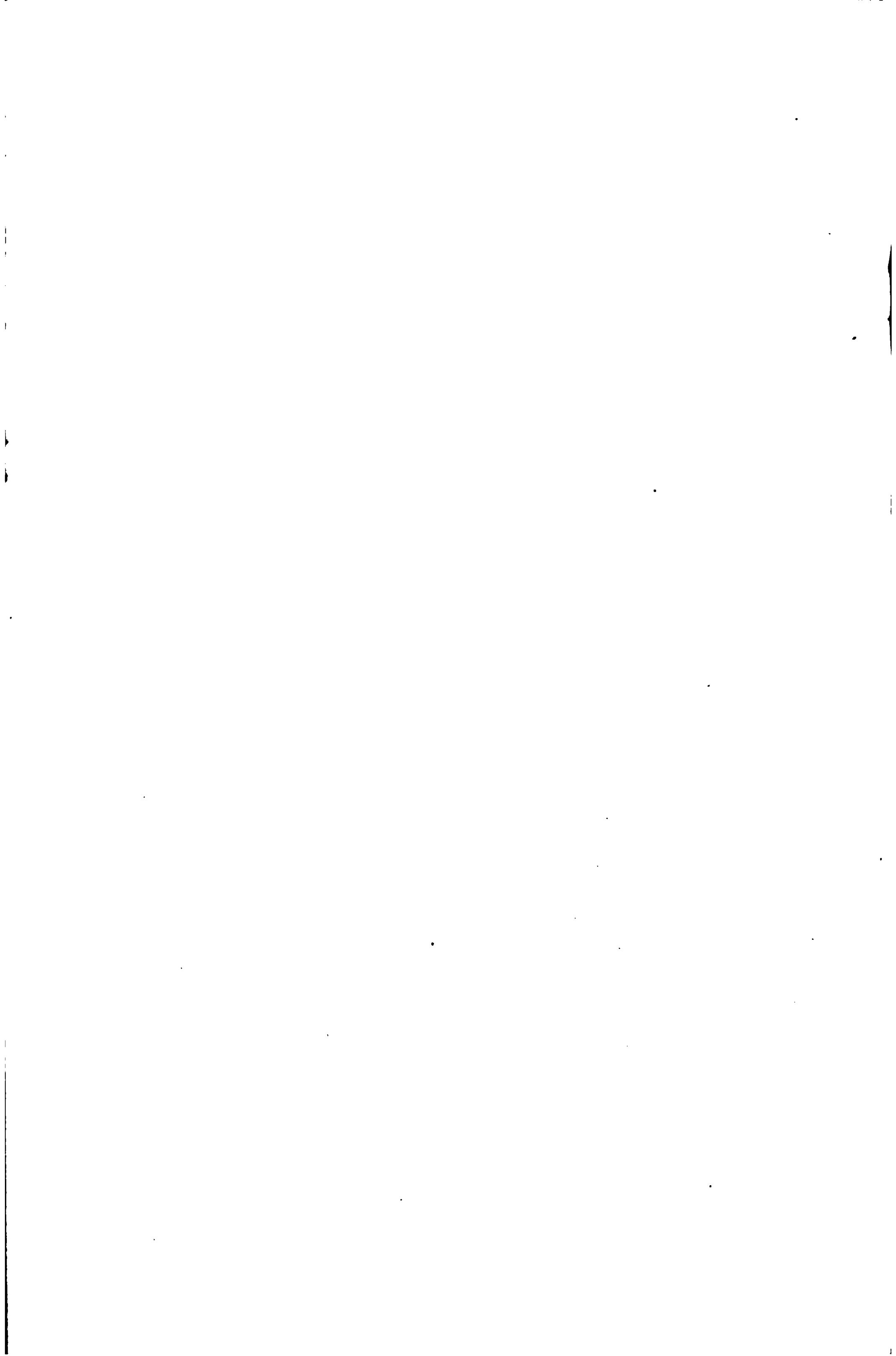
Gefundene Menge $CO_2 = 0,343$ g.

$$\left.\begin{array}{l} CaH_4(PO_4)_2 . H_2O + H_2O = CaHPO_4 . 2\,H_2O + H_3PO_4 \\ CaCO_3 + H_3PO_4 + H_2O = CaHPO_4 . 2\,H_2O + CO_2 \end{array}\right\} \text{(0.343 g } CO_2 \text{ greift schon teilweise in d. II. Phase.)}$$

II. Phase.

$$\left.\begin{array}{r} \text{Gefundene Menge } CO_2 = 0.421 \text{ g} \\ = 0.554 \text{ g} \\ = 0.313 \text{ g} \\ = 0.458 \text{ g} \\ = 0.093 \text{ g} \\ = 0.065 \text{ g} \\ = 0.052 \text{ g} \\ \hline = 1.956 \text{ g} \end{array}\right\} \begin{array}{l} CaH_4(PO_4)_2 . H_2O + 2\,CaCO_3 = \\ Ca_3(PO_4)_2 . 2\,H_2O + 2\,CO_2 + H_2O \end{array}$$

Aus den eben angeführten Resultaten erhellt das interessante Faktum, dass das erste Zusammentreffen des Monophosphates mit Wasser eine Zersetzung hervorruft, die weiter auf das kohlensaure Calcium unter freier Bildung des Triphosphates übertragen wird.



Mitteilungen aus der Kgl. pflanzenphysiologischen Versuchs-Station Tharand.

LIII. Wodurch werden die knöllchenbesitzenden Leguminosen befähigt, den freien atmosphärischen Stickstoff für sich zu verwerten?

Von

F. NOBBE und L. HILTNER.

(Mit Tafel VIII und IX.)

Nachdem es HELLRIEGEL gelungen war, durch einwandfreie Experimente den Nachweis zu führen, dass die Fähigkeit der Leguminosen, den ungebundenen Stickstoff der Luft zu assimilieren, durch den Besitz von Wurzelknöllchen bedingt sei, schien die Annahme, die Erzeuger dieser Knöllchen, die Bakterien, seien zugleich die Vermittler in der Beschaffung des Stickstoffes, so naheliegend, dass sie für fast alle Forscher, welche sich mit der Frage beschäftigten, den Ausgangspunkt ihrer Untersuchungen bildete. Durch die Beobachtung, dass die in die Wurzeln eindringenden Bakterien sich ausserordentlich vermehren, um schliesslich nach ihrer Umwandlung in Bakteroiden von der Wirtspflanze resorbiert zu werden, war allem Anscheine nach auch die Richtung gegeben, in welcher die Forschung zur vollständigen Klarlegung des Vorgangs sich zu bewegen hatte. Nichts lag näher, als die Deutung, das der Pflanze schliesslich zu Gute kommende Eiweiss der Bakteroiden verdanke seine Bildung einem Lebensprozess der Bakterien, die Knöllchen seien also bezüglich ihrer Funktion mit den Organen insektenfressender Pflanzen vergleichbar[1]). Allein es sollte sich bald zeigen, dass

---

[1]) Vergl. neuerdings: A. B. FRANK: Über die auf Verdauung von Pilzen abzielende Symbiose etc. Ber. deutsch. bot. Ges. IX. 244—258.

die wichtigste Voraussetzung dieser Anschauung experimentell nicht zu beweisen war, denn trotz vielfacher Versuche ist es bisher nicht mit Sicherheit gelungen, durch Kultur des Bacterium radicicola in den verschiedensten Medien eine in Betracht kommende Zunahme des Stickstoffgehaltes zu erzielen. Beyerinck[1]) hält es zwar nach seinen neuesten Beobachtungen, die zu seinen früheren Befunden im Gegensatz stehen, für wahrscheinlich, dass die Leguminosen-Bakterien den Stickstoff der Luft zu binden vermögen, doch selbst wenn seine Versuche vollständig frei von Fehlern sind, ist eine nach 3 Monaten eingetretene Vermehrung des Stickstoffgehaltes um im Maximum 18 mg pro l doch noch viel zu gering, um eine Wirkung erklären zu können, wie wir sie thatsächlich bei den Leguminosen kennen.

Übrigens stehen auch noch andere Thatsachen der oben ausgesprochenen und noch jetzt weit verbreiteten Anschauung entgegen. Die Umwandlung der Bakterien in Bakteroiden innerhalb der Knöllchen erfolgt schon in einer sehr frühen Periode der Pflanzenentwicklung: die Resorption der letzteren, welche von H. Möller[2]) sogar in Abrede gestellt wird, geht aber jedenfalls erst vor sich, nachdem schon lange vorher die Stickstoffassimilation begonnen hat; letztere kann demnach nicht eine Folge der Bakteroidenauflösung sein; ausserdem ist sie eine viel zu bedeutende, als dass die Stickstoffmenge, welche die gesamte Körpermasse der Bakteroiden ergiebt, ihr entsprechen sollte.

Angesichts dieser Schwierigkeiten, welche sich einer einfachen Erklärung des in den Knöllchen sich abspielenden Vorgangs entgegenstellten, enthielt eine Theorie Frank's,[3]) welche die Erscheinung auf ganz andere Ursachen zurückführte, etwas Bestechliches. Ausgehend von der von ihm vertretenen Anschauung, dass allen grünen Pflanzen die Fähigkeit der Stickstoffassimilationen in mehr oder minder hohem Grade zukomme, glaubt er die Bedeutung der Knöllchen für die Ernährung der Leguminosen darin erblicken zu müssen, dass dieselben durch Ausüben eines Reizes auf die oberirdischen Organe lediglich indirekt diese Fähigkeit erheblich vergrösserten. Durch diese

[1]) Versl. en Mededeel. d. Koninkl. Akad. van Wetensch zu Amsterdam. Akad. Naturkunde, III. 8, 1891. Durch Centralbl. f. Bakteriologie XII. 687.

[2]) Ber. d. Dtsch. botan. Ges. Bd. 10 (1892), S. 568. H. 4, S. 523 ff.

[3]) Frank: Über die Pilzsymbiose der Leguminosen. — Ldw. Jahrb. XIX.

Hypothese war für die experimentelle Forschung die Frage geschaffen, ob der atmosphärische Stickstoff den Pflanzen von Seiten der Wurzeln oder der oberirdischen Organe zugeführt werde. Eine diesbezügliche von P. Kossowitsch[1]) ausgeführte Untersuchung erwies sich der Frank'schen Ansicht wenig günstig, indem sie mit hoher Wahrscheinlichkeit die Richtigkeit der alten Annahme, dass die Stickstoffaufnahme von den Wurzeln aus erfolge, dargethan hat.

Der eigentliche Kernpunkt der Frage, wodurch der Knöllchenbesitz die Leguminosen zur Stickstoffassimilation befähigt, bleibt nach wie vor in Dunkel gehüllt. Wir selbst sind derselben erst in letzter Zeit nähergetreten, indem wir verschiedene Beobachtungen, die geeignet schienen, das Geheimnisvolle des Prozesses zu enträtseln, zu gruppieren und die dadurch gewonnenen Gesichtspunkte durch weitere Experimente zu festigen suchten. Im Nachstehenden sind die wichtigsten dieser Beobachtungen mitgeteilt. Ist auch keine derselben für sich allein ausreichend, vollen Einblick in das zwischen den Bakterien und den grünen Pflanzen obwaltende Verhältnis zu gewähren, so dürften sie doch in ihrer Gesamtheit mit zwingender Notwendigkeit die Richtigkeit der von uns am Schluss gegebenen Ansicht erweisen, **dass die Stickstoffassimilation der Leguminosen mit der Bakteroidenbildung in Beziehung steht.**

Neben verschiedenen anderen Leguminosen hatten wir im Sommer 1891 auch die Erbse als Versuchspflanze gewählt, und zwar eine Sorte (Laxtons Prolific), die sich bereits im vorhergegangenen Jahre als sehr geeignet für unsere Zwecke erwiesen hatte. Das Einsetzen der Keimlinge in das stickstofffreie Nährmedium, sowie die Impfung des letzteren mit Reinkulturen von Bakterien verschiedener Leguminosen erfolgte am 9. Juli. Unter letzteren gelangte auch eine Reinkultur von Erbsen-Bakterien zur Verwendung, deren Wirksamkeit schon in vorhergegangenen Vegetationsversuchen erprobt war. Auch im vorliegenden Falle trat der Erfolg der Impfung mit dieser Kultur, soweit es sich um Knöllchenbildung handelte, prompt ein, die an die Glaswandungen der Vegetationsgefässe tretenden Wurzeln liessen sogar den Beginn dieser Bildung auffallend frühzeitig wahrnehmen. Um so bemerkenswerter blieb die That-

---

[1]) Bot. Zeitung 1892.

sache, dass eine Förderung der Pflanzen nicht erfolgte, ja dass dieselben in der Folge sogar eine noch geringere Entwicklung, als die gar nicht geimpften Erbsen, wahrnehmen liessen. Besonders deutlich zeigte sich dies letztere Verhältnis bei der am 2. Oktober ausgeführten Ernte an den Wurzeln. Trotz der zahlreichen und auffallend grossen Knöllchen waren die geimpften Wurzeln in ihrer Massenbildung und Verzweigung im Vergleich zu den nicht geimpften geradezu kümmerlich entwickelt. (Vergl. Taf. VIII). Da dieses Verhalten nicht nur an den fünf Pflanzen eines unserer Versuchsgefässe, sondern auch an ca. 20 Pflanzen, die in kleinen Töpfen zu anderen Zwecken gleichzeitig gezogen worden waren, auftrat, so war ein Zufall ausgeschlossen, und das Resultat, welches mit der bisherigen Erfahrung in Widerspruch stand, musste daher als ein sehr auffälliges, dringend einer Erklärung bedürftiges angesehen werden. Es konnte weder die Erbsensorte, noch die zur Impfung verwendete Reinkultur den Misserfolg hervorgerufen haben, denn erstere reagierte sehr lebhaft auf die im gleichen Versuch zur Impfung benutzten Wicken-Bakterien und hatte früher stets durch Erbsenbakterien eine erhebliche Förderung erfahren. Die Bakterien anderseits erwiesen sich bei wiederholter Prüfung als absolut rein, auch die durch sie gebildeten Knöllchen ergaben bei der bakteriologischen Prüfung ihres Inhaltes Reinkulturen. Diese Knöllchen selbst aber zeigten einige beachtenswerte Eigentümlichkeiten. Sie besassen an ihrer Spitze kein Meristem und erschienen dadurch nahezu kugelrund; statt aus den charakteristisch geformten Bakteroiden, die fast vollständig zu vermissen waren, bestand ihr Inhalt aus einer die Zellen strotzend füllenden ungeheuren Menge unveränderter Bakterien. Es war hier demnach eine ähnliche Erscheinung eingetreten, wie sie Beyerinck[1]) als „Bakterienüberwucherung“ bezeichnete. Der Ursache dieser auffallenden Thatsache weiter nachzuforschen, schien uns von grossem Interesse, zumal die schwache Entwicklung der mit solchen abnormen Knöllchen besetzten Wurzeln auf eine schädigende Wirkung seitens der Bakterien hindeutete.

Zunächst glaubten wir eine Erklärung dieser Knöllchen in den Umstande finden zu können, dass gerade bei dieser Versuchsreihe, der vorgeschrittenen Jahreszeit wegen, eine sehr dichte

[1]) Bot. Zeit. 1888, No. 48.

Impfungs-Emulsion, also eine besonders grosse Menge von Bakterien, verwendet worden war. Hierfür schien auch die grosse Zahl der entstandenen Knöllchen zu sprechen.

Ein im Frühjahr 1892 ausgeführter Versuch bestätigte aber diese Auffassung nicht. Eine frisch aus Erbsenknöllchen gewonnene Reinkultur rief bei 2 Erbsensorten (der bereits genannten Laxtons Prolific und der spätblühenden Golderbse) stets eine Förderung der mit ihr geimpften Pflanzen hervor, selbst wenn alle Schichten des Bodens zu wiederholten Malen mit einer Impfflüssigkeit durchtränkt worden waren, die eine ca. 25 mal grössere Menge von Bakterien enthielt, als die gewöhnlich zur Impfung verwendete Emulsion. Diese Förderung trat zur selben Zeit ein, wie bei den normal geimpften Reihen, die Knöllchen liessen weder in der Gestalt noch in ihrem Bau Abweichungen erkennen, selbst in Bezug auf die Zahl und Anordnung der Knöllchen war kein Unterschied zu bemerken. Auf letzteren Punkt werden wir später noch zurückkommen.

Mit der bei diesem Versuche zur Verwendung gelangten Reinkultur wurden im Laufe des Sommers noch mehrmals Impfungen ausgeführt. Bei einem am 12. Juli begonnenen Versuch mit Laxtons Prolific wirkte sie so rasch und energisch, dass die mit ihr geimpften, in stickstofffreiem Sande wachsenden Pflanzen einen lebhaften Aufschwung zu zeigen begannen, ohne zuvor ein Hungerstadium durchzumachen. Ein später (Ende Juli) begonnener Versuch sollte uns jedoch eine ähnliche Überraschung bereiten, wie der im Jahre zuvor ungefähr zur selben Zeit angestellte. Er bestand aus 12 Reihen mit je 5 Pflanzen (abermals Laxtons Prolific), die folgendermassen behandelt waren:

R. 1—4	geimpft	Düngung mit 350 mg Stickstoff auf 5 l Boden
„ 5—8	ungeimpft	„ „ „ „ „ „ „
„ 9—12	geimpft	ohne Stickstoffdüngung.

Die Reihen 1—4 zeigten bereits 7 Tage nach vollzogener Impfung eine höhere Verdunstung, als die Reihen 5—8 [1], während die Pflanzen der Reihen 9—12 auffallend im Wachstum zurückblieben. Es betrug die Verdunstung im Mittel der je 4 Töpfe:

	R. 1—4 (geimpft, gedüngt mit Stickstoff):	R. 5—8 (ungeimpft, gedüngt mit Stickstoff):	R. 9—12 (geimpft, ungedüngt:
2—5 August	61.75	49.25	34.75
5—9 „	134.50	116.25	75.25
	196.25	165.50	110.00

[1]) Wir haben bereits früher nachgewiesen (Ldw. Vers.-Stat. Bd. XXXIX), dass man während der Vegetation die Verdunstungsgrösse als ein zutreffendes Mass der Entwicklung überhaupt betrachten darf.

Da auch in der nächsten Zeit die geimpften, aber nicht mit Stickstoff gedüngten Reihen 9—12 keine Förderung, sondern statt dessen krankhafte Flecke auf den bleichgrünen Blättern zeigten, so wurde am 16. August je ein Topf dieser Reihen (No. 1, 5 und 9) geerntet. Während die reich entwickelten Wurzeln des Topfes 5, wie zu erwarten, als knöllchenfrei, die noch kräftigeren des Topfes 1 mit zahlreichen normalen Knöllchen besetzt sich erwiesen, sind die kümmerlich entwickelten, wenig verzweigten Wurzeln des Topfes 9 (geimpft, ohne Stickstoff) zwar reich an Knöllchen, die zum Teil grösser sind, als im Topf 1, dieselben enthalten jedoch wieder statt Bakteroiden unveränderte Bakterien; ausserdem zeigen sich die Mehrzahl der Wurzelhaare von den unter normalen Verhältnissen seltener aufzufindenden Infektionsfäden durchsetzt. Die Anzeichen einer vorhandenen Wurzelaffektion dauerten bei den noch in Vegetation befindlichen gleichbehandelten Töpfen 10 bis 12 zum Teil bis zu der am 3. Oktober ausgeführten Ernte des ganzen Versuches fort, zum Teil aber erholten sich die Pflanzen, wenn auch nur ganz allmählich, und wuchsen, nachdem sie die krankhaften Erscheinungen überwunden hatten, zu besonders kräftigen Pflanzen heran. Im einzelnen zeigen die Pflanzen an dem genannten Tage folgende Verhältnisse:

R. 2—4 u. 6—8: üppig, noch grün, z. T. mit Fruchtansatz.

R. 10: Eine der Pflanzen ist 1180 mm hoch geworden und steht sehr üppig, die übrigen 4 Pflanzen sind fast verkümmert.

R. 11: 4 Pflanzen abgestorben, die 5. an der Spitze schwach grün.

R. 12: Nur 1 Pflanze abgestorben, die 4 anderen sind entschieden gefördert und haben eine Höhe von 720, 1150, 770 und 940 mm erreicht.

In Bezug auf die Knöllchen sind bei den nicht geförderten Pflanzen dieselben Verhältnisse zu konstatieren, wie sie bereits bei Topf 9 im August vorhanden waren. Die bis zum Ergrünen und weiteren Wachstum gelangten Pflanzen der R. 9—12 dagegen besitzen, wenigstens zum Teil, normale Knöllchen mit rötlichem Bakteroidengewebe und weissem Meristem.

Dass nicht etwa ein Zufall hier gewaltet hat, dass ferner die Krankheitserscheinungen, welche die Pflanzen aufwiesen, nicht auf übersehenen Ursachen beruhten, bewies ein noch am 16. August angesetzter Versuch, bei welchem die Wirkung von Bakterien verschiedener Herkunft auf Erbsenpflanzen verglichen werden sollte. Die mit den beregten Erbsenbakterien geimpften Pflanzen erschienen bald genau so krank, wie die eben be-

schriebenen, trotz zahlreicher Knöllchenbildung an ihren Wurzeln; die Impfung mit kurz vorher frisch aus den Knöllchen gewonnenen Wickenbakterien dagegen veranlasste eine deutliche Förderung der Pflanzen.

Wie im Vorjahre war demnach auch im Jahre 1892, und zwar zu wiederholten Malen, der Fall eingetreten, dass eine Reinkultur von Bakterium radicicola, die noch kurz zuvor ausserordentlich anregend auf die Stickstoffassimilation der Pflanzen gewirkt hatte, plötzlich zwar noch Knöllchenbildung, aber statt eines Ergrünens eher ein Erkranken der Pflanzen veranlasste. Von der Zeit an, zu welcher diese Kultur im Frühjahr aus Knöllchen gewonnen worden war, bis gegen Ende Juli musste dieselbe daher entschieden eine Veränderung erlitten haben. Diese aber bestand, wie wir jetzt überzeugt sind, darin, dass durch die oftmalige Übertragung auf frische Erbsengelatine,[1]) in welcher den Bakterien ausserordentlich günstige Ernährungsbedingungen gegeben waren, die vegetative Lebenskraft derselben eine bedeutende Steigerung erfuhr. Letztere äusserte sich in folgenden Erscheinungen:

1. Rascheres Wachstum auf Gelatine. Während die im Frühjahr direkt aus Knöllchensubstanz gewonnenen Bakterienkolonien erst nach 5—8 Tagen sichtbar wurden, erschienen sie im Juli nach der inzwischen mindestens 8—10 mal ausgeführten Übertragung auf frische Gelatine bereits am 2. Tage nach erfolgter Aussaat.

2. Eine grössere Zahl von Wurzelhaaren wird von Bakterien befallen, wie aus dem Vorhandensein zahlreicher Infektionsfäden hervorgeht.

3. Die Knöllchenbildung tritt viel frühzeitiger ein, als sonst.

Es fragt sich nun, ob diese Erhöhung der vegetativen Leistungsfähigkeit der Bakterien ausreichend ist zur Erklärung der geschilderten abnormen Erscheinungen. Behufs Prüfung dieser Frage sind zwei Dinge zunächst von einander getrennt zu halten, nämlich:

1. das Unterbleiben der Bakteroidenbildung innerhalb der entstandenen Knöllchen,
2. das Nichteintreten einer Förderung der Erbsenpflanzen seitens dieser Knöllchen.

[1]) Zur Verwendung war die nach Angaben Beyerincks hergestellte Erbsendecoct-Asparagin-Gelatine gelangt.

Bezüglich des ersten Punktes ist zunächst hervorzuheben, dass, obgleich eine Bildung von Bakteroiden aus Bakterien auch ausserhalb der Knöllchen vereinzelt erfolgen kann, dieser Umwandlungsprozess in den normalen Knöllchen doch so rasch und regelmässig sich vollzieht, dass er entschieden zum grössten Teil auf einen Einfluss der Wirtspflanzen auf die Bakterien zurückgeführt werden muss. In den bisher beschriebenen Versuchen gelangt dieser Einfluss deutlich dadurch zum Ausdruck, dass nur in den Knöllchen der in stickstofffreiem Boden gewachsenen Erbsen eine Überführung der Bakterien in Bakteroiden unterblieben ist, nicht aber bei den in stickstoffhaltigem Boden wurzelnden Pflanzen. Im Verein mit der Thatsache, dass auch bei ersteren diese Umwandlung sich leicht vollzog, bevor die Bakterien eine Steigerung ihrer vegetativen Lebenskraft erfahren hatten, ergiebt dies den Schluss, dass der beregte Einfluss der Erbsenpflanzen auf die Bakteroidenbildung einerseits eine Abschwächung erlitt durch die Kräftigung der Bakterien, andererseits eine Stärkung durch die infolge der Stickstoffdüngung eingetretene Kräftigung der Pflanzen.

Was den zweiten Punkt betrifft: das Unterbleiben einer Förderung jener Erbsen, welche abnorme, mit unveränderten Bakterien erfüllte Knöllchen besassen, so könnte man annehmen, dass die zweifellos ausserordentlich von Ernährungsbedingungen beeinflussbaren Bakterien durch die fortgesetzte Kultur auf der stickstoffhaltigen Gelatine ihrer Kraft, den freien Stickstoff zu binden, allmählich verlustig gingen. Allein man hätte damit nichts mehr als eine Hypothese aufgestellt, die um so haltloser war, als es höchst wahrscheinlich ist, dass die Bakterien diese Kraft nie besessen haben. Viel natürlicher scheint es, die auffallende Thatsache als eine direkte Folge des Unterbleibens der Bakteroidenbildung anzusehen, denn bei den in stickstoffhaltigem Boden wachsenden Erbsen, in deren Knöllchen Bakteroidenbildung in normaler Weise vor sich gegangen, war auch eine Förderung der Pflanzen durch diese Knöllchen unverkennbar. Wir werden weiter unten ausführen, wie wir uns den Zusammenhang der Stickstoffassimilation mit der Entstehung der Bakteroiden denken; hier sei nur erwähnt, dass wir keineswegs auf die alte Annahme zurückkommen wollen, wonach den Leguminosen der Stickstoff durch Resorption der Bakteroiden zugeführt werden soll.

Formulieren wir nun die Ergebnisse der bisher besprochenen Versuche zu einfachen Sätzen, so würden sie lauten:

1. Knöllchen, in denen Bakteroidenbildung unterbleibt, erweisen sich für die Wirtspflanze eher schädlich, als förderlich; die unveränderten Bakterien verhalten sich gegen die Pflanzen als reine Parasiten, welche von letzteren bekämpft werden.[1])
2. Die unveränderten Bakterien scheinen mit der Stickstoffassimilation der Leguminosen nicht im Zusammenhang zu stehen.
3. Je lebenskräftiger die Bakterien sind, desto geringer ist ihre Neigung zur Bakteroidenbildung; je kräftiger die knöllchenbesitzenden Pflanzen, desto leichter vollzieht sich die Überführung der Bakterien zu Bakteroiden.
4. Erst mit der Bakteroidenbildung scheint die Stickstoffassimilation zu beginnen.

Die von uns beobachteten Erscheinungen, aus welchen wir diese Sätze ableiten, dürften in der freien Natur, wenn überhaupt, so doch nur äusserst selten auftreten, da ihre beiden Voraussetzungen, ein vollständig stickstofffreier Boden und durch besonders günstige Ernährung vegetativ geförderte Bakterien, nur höchst selten gemeinsam vorkommen werden. Es ist daher geboten, die Richtigkeit dieser Sätze, welche zum Teil ohnehin noch einer näheren Begründung bedürfen, auch noch durch andere Beobachtungen zu erweisen und zugleich zu prüfen, ob die zahlreichen unaufgeklärten Punkte, welche in den zwischen den verschiedenen Leguminosen und Bakterium radicicola obwaltenden Beziehungen noch bestehen, einer Erklärung zugänglicher gemacht werden können.

Es ist vorauszuschicken, dass es sich bei allen im folgenden mitgeteilten Versuchen und weiteren Beobachtungen um die Wirkung von direkt aus Knöllchen in Reinkultur gewonnenen Bakterien handelt; die vegetative Kräftigung der letzteren durch längere Zeit hindurch fortgesetzte besonders üppige Ernährung spielt bei denselben daher keine Rolle.

Zunächst sei hier eine Reihe von Versuchen erwähnt, die im Sommer 1892 zur Ausführung gelangten. Es handelte sich im wesentlichen um die Entscheidung der Frage, ob die ver-

[1]) Zu der gleichen Anschauung gelangt auch H. Möller (Ber. d. Dtsch. bot. Ges. 1892, Bd. X, S. 242).

schiedenen Leguminosen entstammenden Bakterien sämtlich einer Art oder aber mehreren Arten bezw. Varietäten angehören. Die Versuche wurden teils in vollständig stickstofffreiem, sterilisiertem Sande, teils in einem gleichfalls sterilisierten Gemisch von Sand und Gartenerde angestellt. Zur Vergleichung ihrer Wirkung waren Bakterien aus Erbsen- und Robinia-Knöllchen gewählt worden.

Es zeigte sich nun, dass bei einigen der geprüften Leguminosen diejenigen Individuen, welche in der stickstoffhaltigen Erde erwachsen waren, sowohl bei Impfung mit Erbsen-, als mit Robinia-Bakterien vollständig knöllchenfrei geblieben waren, während es im stickstofffreien Sand zur Knöllchenbildung gekommen war. In dieser Weise verhielten sich z. B. Lupinus luteus und angustifolius, Acacia Lophanta und Iulibrissin. Da der umgekehrte Fall nicht zur Beobachtung gelangte, so spielte hier entschieden der Ernährungszustand der Pflanzen eine Rolle. Es kann nur angenommen werden, dass die Erbsen- bezw. Robiniabakterien, welche bei ihnen zusagenden Pflanzen, namentlich bei Erbse bezw. Robinia selbst, prompt Knöllchenbildung und Förderung der Pflanzen, sowohl im stickstoffhaltigen, als im stickstofffreien Boden hervorriefen, in die Wurzeln der Akazien und Lupinen erst einzudringen vermochten, als diese Pflanzen im stickstofffreien Boden zu hungern begannen. Dass diese Annahme in der That zutreffend ist, geht aus der Beobachtung hervor, dass die entstandenen Knöllchen fast ausschliesslich an den jüngsten Wurzeln bezw. Wurzeln höherer Ordnung sassen, während diejenigen Wurzelpartien, welche zur Zeit, wo die Pflanzen noch von den Reservestoffen der Samen zu zehren hatten, empfängnisfähig waren — trotz der Anwesenheit von Bakterien knöllchenfrei blieben, im Gegensatz zu den Fällen, in denen die Impfung mit Bakterien eigener Art ausgeführt worden war. Bereits in unserer ersten Veröffentlichung [1]) wurde auf einen ganz ähnlichen Fall hingewiesen. Lupinenbakterien hatten bei Erbsenpflanzen, die in stickstofffreiem Boden erwuchsen, zwar Knöllchen erzeugt, aber dieselben sassen an Wurzeln höherer Ordnung, als die durch Erbsenbakterien gebildeten, d. h. sie waren trotz gleichzeitiger Impfung erst später entstanden, als letztere. Auch hier hatte offenbar die fremde Bakterienform erst mit dem Eintritt des Hungerstadiums in die Wurzeln einzudringen vermocht, und da, wie wir gleichfalls

[1]) Ldw. Vers.-Stat. Bd. XXXIX, 327—359.

schon hervorgehoben haben, die durch Lupinenbakterien an Erbsenwurzeln entstandenen Knöllchen knäuelförmig zusammengedrängt waren, musste diese Fähigkeit, in die Wurzeln einzudringen, ganz plötzlich, d. i. wahrscheinlich zur Zeit, als der Stickstoffmangel sich zuerst fühlbar machte, in Erscheinung getreten sein.

Von einer planmässigen in der inneren Organisation der Wurzel begründeten Anordnung der Knöllchen war in diesem Falle nichts wahrzunehmen. Eine gewisse Gesetzmässigkeit in der Verteilung der Knöllchen am Wurzelsystem der im Freien wachsenden Pflanzen ist jedoch nicht zu verkennen; sie macht sich namentlich in dem Überwiegen der Knöllchen in den oberen Bodenschichten geltend, und glauben wir dieselbe auf den Ernährungszustand der Pflanzen zurückführen zu sollen. In einem kürzlich zur Veröffentlichung gelangten Bericht über die Verbreitungsfähigkeit der Bakterien im Boden[1]) haben wir den Nachweis geführt, dass die Knöllchenbildung auch an sehr tiefstreichenden Wurzeln erfolgen kann, falls dort Bakterien zugegen sind. An sich ist also die Thatsache, dass gewöhnlich in tieferen Bodenschichten Knöllchenbildung unterbleibt, sehr auffällig, wenn man nicht annehmen will, dass in diesen Schichten Bakterien überhaupt fehlen. Folgende Beobachtung dürfte aber dieses Vorkommnis auf einfache Weise erklären: Bei dem S. 463 erwähnten Versuch mit Erbse, bei welchem absichtlich eine grosse Menge Bakterien dem Boden zugeführt wurde, war dieser in allen Höhenschichten von der Bakterienemulsion durchtränkt. Man hätte demnach erwarten sollen, dass auch die Wurzeln, welche schliesslich bis zum Boden der Versuchsgefässe reichten, gleichmässig von Knöllchen besetzt sein würden. Dies war aber durchaus nicht der Fall; die Anordnung der Knöllchen an den Wurzeln war vielmehr genau dieselbe, als wären nur in den oberen Schichten Bakterien zugegen gewesen. In den tieferen Wurzelregionen fehlten die Knöllchen entweder vollständig oder waren doch nur ganz vereinzelt vorhanden. Demnach scheint Knöllchenbildung in erheblichem Masse an tiefgehenden Wurzeln lediglich dann einzutreten, wenn nur in den unteren Bodenschichten Bakterien vorhanden sind; bei gleichzeitiger Gegenwart von solchen unmittelbar unter der Oberfläche des Bodens wird sich zur Zeit, wo empfängnisfähige Wurzeln in die Tiefe

[1]) Ldw. Vers.-Stat. Bd. XLI, 137.

gelangen, bereits die fördernde Wirkung der sofort nach der Bewurzelung der Pflanzen gebildeten oberen Knöllchen geltend machen und das Eindringen in die Wurzeln der jetzt kräftig ernährten Pflanzen den Bakterien nicht mehr so leicht möglich sein, als es zuvor der Fall war.

Wächst eine Pflanze von vornherein in stickstoffhaltigem Boden, so wird sie vor allem im dürftigen Jugendzustand infizierbar sein, mit der eintretenden Kräftigung aber in gleicher Weise, wie unsere Versuchspflanzen, sich verhalten.

Bei den im Sommer 1892 von uns angestellten Versuchen wurde die Impfuug der in 35 cm hohen Gefässen eingesetzten Pflanzen zur Sicherung des Erfolges meist doppelt ausgeführt: nämlich direkt von oben und zugleich in einer Tiefe von ca. 10 cm, also in einer mittleren Schicht. Der Erfolg dieses Verfahrens trat bei der Ernte in ganz ähnlichem Sinne, wie bei den vorerwähnten Versuchen, ein. Entweder es fehlten an den mittleren Wurzelpartien in vereinzelten Fällen die Knöllchen vollständig, oder sie waren, von den oberen gut entwickelten Knöllchen durch eine knöllchenfreie Region getrennt, zwar noch entstanden, aber auffallend kleiner, als diese. Welche Einflüsse sich hier geltend gemacht, ist nach dem bisher Mitgeteilten leicht zu erkennen; würde aber noch ein Zweifel bleiben, so müsste derselbe schwinden, wenn man die Unterschiede in der Grösse der Knöllchen verschieden ernährter Pflanzen einer näheren Erörterung unterzieht. Bei Vergleich von Pflanzen derselben Art fällt dieser Unterschied stets zu Gunsten der in stickstofffreiem Boden erwachsenen Individuen aus. So waren bei zwei Versuchsreihen mit Vicia villosa die Knöllchen der mit 0 mg N. gedüngten Reihen bis 8 mm lang und mehrmals gegabelt, bei den mit 350 mg N gedüngten Reihen bis 3 mm lang und nicht gegabelt. Die Reihen mit 50—250 mg Stickstoff im Boden standen in Bezug auf Knöllchengrösse in der Mitte zwischen diesen Extremen[1]).

Noch schärfer traten solche Grössenunterschiede bei der Robinia hervor. Bei dieser Gattung haben wir bereits 3 Jahre hinter einander stets Grössenunterschiede der Knöllchen in dem beregten Sinne wahrgenommen. Besonders eklatant waren dieselben im Jahre 1892.

---

[1]) Wir verweisen auf ähnliche Beobachtungen von FRANK, LAWES und GILBERT, LIEBSCHER.

Der betr. Versuch hatte folgende Anordnung:

R. 1—4: geimpft; gedüngt mit 500 mg Stickstoff,
„ 5—8: nicht geimpft; gedüngt mit 500 mg Stickstoff,
„ 9—10: geimpft; gedüngt mit 50 mg Stickstoff,
„ 11—12: nicht geimpft; gedüngt mit 50 mg Stickstoff,
„ 13—16: geimpft; nicht gedüngt mit Stickstoff,
„ 17—18: nicht geimpft; nicht gedüngt mit Stickstoff.

Das Einsetzen der Pflanzen (je 5 in ein 5 l-Gefäss) erfolgte am 21. Mai, die Impfung am 4. Juni.

Bei den nicht mit Stickstoff gedüngten Reihen liess sich eine fördernde Wirkung der Impfung zuerst gegen den 6. Juli bemerken. Das Ergrünen der bis dahin stark hungernden Pflanzen ging aber auffallend langsam vor sich.

In den mit Stickstoff gedüngten Reihen dagegen war eine Förderung durch Impfung viel früher eingetreten, und besonders bemerkenswert ist es, dass die R. 9—10 mit nur 50 mg Stickstoff im Boden, d. i. 10 mg pro Pflanze fast von Anfang an in der Entwicklung gleichen Schritt hielten mit den R. 1—4, die 100 mg Stickstoff pro Pflanze erhalten hatten, trotzdem in den ungeimpften R. 11—12 die Düngung von 10 mg Stickstoff pro Pflanze eine nur sehr geringe Wirkung hervorbrachte. Diese Verhältnisse gelangen scharf zum Ausdruck, wenn wir die Verdunstung der Pflanzen wieder als Massstab ihrer Entwicklung betrachten. Vom 28. Mai bis 15. Juli betrug dieselbe im Mittel (in ccm):

	1. bei den nicht geimpften	2. bei den geimpften Reihen.
Düngung mit 0 mg N p Pflanze:	494	583.5
„ „ 10 „ „ „ „	498	709
„ „ 100 „ „ „ „	715	757

Weder die Impfung, noch die geringe Düngung hatten für sich allein so günstigen Erfolg, als beide zusammen.

Bereits am 30. Juli wurde aus den Reihen 1—4, 5—8, 13—16 je ein Topf behufs chemischer und physiologischer Untersuchung geerntet. Hiebei zeigte sich, dass die Knöllchen im stickstofffreien Boden bis zu 8 mm, im stickstoffhaltigen Boden nur gegen 1—2 mm im Durchmesser besassen (Vergl. Tafel IX Fig. 1 u. 2). Besonders auffallend aber war folgende Erscheinung:

Die grossen Knöllchen der nur geimpften und nicht mit Stickstoff gedüngten Pflanzen enthielten neben vollständig unveränderten hauptsächlich solche

Bakterien, welche erst die ersten Stadien der Bakteroidenbildung aufwiesen; die Grösse derselben betrug 0.5—0.9 μ Dicke, bis 2.5 μ Länge. Dagegen fehlten in den weit kleineren Knöllchen der gleichzeitig mit Stickstoff gedüngten Reihe die Bakterien vollständig, nur sehr grosse, bis 9 μ lange, also 4 mal grössere Bakteroiden waren vorhanden. (Vergl. Taf. IX Fig. 4). Die Erklärung für diese Erscheinung wird lauten müssen:

Im stickstofffreien Boden ging die Umwandlung der in die Wurzeln eingedrungenen Bakterien weniger energisch vor sich, als in den mit Stickstoff genügend versehenen Reihen, die Bakterienvermehrung innerhalb der Knöllchen durch freie Teilung der Einzelindividuen dauerte demnach bei ihnen länger, und infolge dessen wurden die Knöllchen grösser, als bei den letzteren.

Da auch die Förderung der Pflanzen durch die Impfung, wie schon erwähnt, in den stickstofffreien Reihen anfangs bedeutend langsamer vor sich ging, als bei den Pflanzen des stickstoffhaltigen Bodens, und selbst die geringe Menge von 10 mg Stickstoff pro Pflanze, die für sich allein nur sehr geringen Einfluss auf die Entwicklung der Robinien äusserte, schon hinreichte, die Wirkung der Impfung zu beschleunigen, so ergiebt sich zugleich eine neue Bestätigung der Sätze, dass die unveränderten Bakterien die Stickstoffassimilation nicht bewirken, und dass diese Assimilation erst mit der Bakteroidenbildung beginnt.

Wie stimmen aber diese Beobachtungen überein mit der feststehenden Thatsache, dass bei einer Anzahl von Leguminosen, unter denen sich, wie wir bereits früher dargethan haben, gerade auch die Robinie befindet, der schliessliche Gewinn der Pflanzen an Stickstoff grösser ist, wenn sie nur auf die Knöllchenwirkung angewiesen waren, Bodenstickstoff aber nicht zur Verfügung hatten?

Hierüber giebt der weitere Verlauf des erwähnten Robiniaversuches genügende Aufklärung. Wie in den beiden Vorjahren überflügelten schliesslich die nur geimpften Reihen die gleichzeitig gedüngten in der Menge des verarbeiteten Stickstoffes und dadurch in der Üppigkeit des Wachstums. Von Mitte August an, d. h. zur Zeit, wo, wie wir durch eine zweite Ernte feststellten, die vollständige Umwandlung der Bakterien in Bakteroiden auch in den grossen Knöllchen vollzogen war, trat an die Stelle des

bis dahin zögernd vor sich gehenden Wachstums ein ganz ausserordentlicher Aufschwung, da jetzt die bedeutende Grösse der stickstoffsammelnden Organe voll zur Geltung gelangte. Besonders deutlich machte sich dies auch durch die zunehmende Verdunstung bemerkbar. Wir müssen hier auf die graphische Darstellung der verdunsteten Wassermenge auf Taf. II unserer früheren Arbeit [1]) verweisen. Wie damals erfolgte auch 1892 eine Durchkreuzung der graphischen Kurven, indem diejenige der R. 13—16 (geimpft, nicht mit Stickstoff gedüngt) steiler wurden, die der Reihen 5—8 (ungeimpft, gedüngt mit 500 mg N), 1—4 (geimpft, gedüngt mit 500 mg N), u. 9—10 (geimpft, gedüngt mit 50 mg N) dagegen allmählich in der Steilheit abnahmen.

Die Stickstoffdüngung hatte demnach wohl eine schnellere Anfangs-Entwicklung der Pflanzen zur Folge, indem durch sie rascher die Bakteroidenbildung ermöglicht wurde, sie war aber andererseits die Veranlassung, dass die fördernde Wirkung der kleiner gebliebenen Knöllchen weniger ausgiebig war und eher aufhörte, als im stickstofffreien Boden.

Inwieweit diese Verhältnisse auch für Futterpflanzen zutreffend sind, wollen wir für eine Erörterung in einem demnächst erscheinenden Aufsatz vorbehalten; hier sei nur bemerkt, dass sich das von A. B. Frank [2]) an der gelben Lupine beobachtete mit Robinia analoge Verhalten wohl auf dieselbe Weise wird erklären lassen, so dass es der Annahme, die Lupine habe sich der Symbiose mehr als andere Leguminosen angepasst, nicht bedarf.

Wir besitzen nun auch eine Erklärung für eine Erscheinung, welche uns seit lange aufgefallen war. Mehrmals wurde nämlich beobachtet, dass Pflanzen, die bereits im Frühjahr in stickstofffreien Boden eingesetzt wurden, bis zu der erst im Herbst ausgeführten Ernte stark hungerten, trotzdem sie Knöllchen an ihren Wurzeln gebildet hatten, dass also durch diese Knöllchen keine Förderung erfolgt war. Dies war meist der Fall, wenn diese Knöllchen in einem späteren Entwicklungsstadium der Pflanzen entstanden, wie z. B. bei jenen, die an den Wurzeln von Acacia und Lupinus infolge der Impfung mit Pisum- und Robinia-Bakterien sich gebildet hatten. (Vergl. S. 468). Hier

[1]) Landw. Vers.-Stat. Bd. 39.

[2]) Ldw. Jahrb. Bd. XXI (1892) S. 1.

hatten ohne Zweifel die bereits stark hungernden Pflanzen die Umwandlung der Bakterien in Bakteroiden nicht mehr veranlassen können, infolge dessen die Stickstoffassimilation unterblieb. Gleichzeitig bestätigt aber diese Thatsache, dass die oberirdischen Organe die Aufnahme des Stickstoffs nicht bewerkstelligen, denn diese waren an den Pflanzen selbst im Herbste noch nicht vollständig abgestorben; es fehlte ihnen zum Ergrünen nur der von den Wurzeln aus zu liefernde Stickstoff.

Wenn nun alle uns bekannt gewordenen Erscheinungen darauf hinweisen, dass erst mit der Bakteroidenbildung die Assimilation des Stickstoffs beginnt, so gewinnt die Frage der Entstehung der Bakteroiden ein erhöhtes biologisches Interesse. Entgegen der Beobachtung von Beyerinck und Prazmowsky, dass dieselben direkt aus den Bakterien hervorgehen, hat Frank die durch Brunchorst und Tschirch vertretene Anschauung, wornach die Bakteroiden von den Leguminosen selbst erzeugt werden, auch noch aufrecht erhalten, als die Mitwirkung von Bakterien an der Knöllchenbildung unwiderleglich festgestellt war. Er beobachtete innerhalb der Bakteroiden Bildungen, die von früheren Forschern übersehen oder doch nicht besonders beachtet worden waren, und konstatierte, dass dieselben mit den in die Wurzeln eingedrungenen Bakterien identisch seien. Nach seiner Ansicht,[1]) die er allerdings inzwischen wieder aufgegeben zu haben scheint,[2]) werden die Bakterien von den seitens der Wirtspflanzen gebildeten Bakteroiden eingeschlossen und schliesslich bei der Auflösung der letzteren wieder frei.

Wir haben bereits in unserer letzten Arbeit den Standpunkt vertreten, dass diese Auffassung Franks wenigstens in ihrem ersten Teile irrig sei, indem wir die Bakteroiden für zoogloeaartige Bildungen erklärten. Durch diese Deutung sind wir aber auch von der durch Beyerinck und Prazmowsky gegebenen Auffassung abgewichen.

Da bei dem mehrmals erwähnten Robinia-Versuch im Verlaufe des Sommers zu drei verschiedenen Zeiten Ernten der geimpften Pflanzen ausgeführt wurden, bot sich uns auch ein sehr schätzbares Material, die allmähliche Entwicklung der

---

[1]) Ldw. Jahrb. XIX. 548 etc.

[2]) Ber. deutsch. bot. Ges. X, 170.

Bakteroiden eingehender, als es früher geschehen war, zu verfolgen. Nach dem gemachten Befund halten wir unsere Deutung der Bakteroidennatur vollständig aufrecht. Dieselben entstehen aus den Bakterien und zwar durch mehrfache Teilungen, bei welchen aber eine Trennung in Einzelindividuen nicht mehr erfolgt.

Die auf Tafel IX gegebenen Abbildungen dürften ohne weiteres den Vorgang bei Entstehung dieser eigentümlichen Gebilde klarlegen. Das erste Stadium ist in Fig. 4a dargestellt. Die Kurzstäbchen haben sich in der Mitte geteilt, ohne dass eine Einschnürung oder gar eine Trennung in 2 Individuen erfolgt wäre.

Die beiden Pole der so entstandenen Körperchen färben sich genau wie die unveränderten Bakterien, zwischen ihnen aber bleibt ein farbloser Zwischenraum. In den folgenden Stadien (Fig. 5 und 6) haben sich ähnliche Teilungen innerhalb der gemeinsamen Membran wiederholt, letztere erfuhr in vielen Fällen selbst Ausbuchtungen nach der Seite, falls eine Teilung der Inhaltskörperchen nicht in der Längsrichtung der Bakteroiden erfolgte, so dass letztere gegabelt erscheinen. Auf diese Inhaltskörper ist also der ganze Teilungsprozess welche zur Bildung von Bakteroiden Veranlassung giebt, zurückzuführen. Dieselben verlieren zum Teil allmählich ihre scharfe Umrandung, und es erscheint zweifellos, dass sie in diesem Falle degenerieren und einer schliesslichen Auflösung verfallen. Nicht minder selten — auch hier spielt der Ernährungszustand der Pflanze eine wesentliche Rolle — haben die Inhaltskörperchen jedoch die ursprüngliche Bakterienform so scharf erhalten, dass man wohl annehmen darf, sie seien, falls sie aus der umhüllenden Membran frei würden, wieder weiter entwicklungsfähig. Es würde sich dadurch leicht erklären, warum man zu jeder Zeit aus den Knöllchen, selbst wenn dieselben nur mehr weit in der Entwicklung vorgeschrittene Bakteroiden enthalten, üppig wachsende Kulturen von Bacterium radicicola gewinnen kann. Namentlich in den Knöllchen solcher Pflanzen, die ihr Laub abzuwerfen begannen, weisen die Inhaltskörperchen oft entschieden nach Grösse und Form volle Identität mit den freien Bakterien auf, und es fiel auf, dass in der That isolierte, d. h. nicht von Bakteroidenhüllen umschlossene Individuen in derartigen Knöllchen wieder zugegen waren.

Wir möchten nicht verfehlen, darauf hinzuweisen, dass diese Entstehungsart der Bakteroiden darauf hindeutet, dass die

Bakterien durch eine Membran gewissermassen vor den Einflüssen der Pflanze geschützt werden sollen, was einen weiteren Beleg für unsere Anschauungen abgiebt.

Mit den cholesterinartigen Einschlüssen, die in Bakteroiden vorkommen und von FRANK[1]) u. MÖLLER[2]) auf ihre chemische Natur geprüft wurden, haben die vorerwähnten Teilungsprodukte der Bakterien nichts zu thun. Wir haben dieselben sowohl in Bakteroiden von Robinia, als anderer Leguminosen, beobachtet und sehen ihre Bedeutung darin, dass sie als ein untrügliches Zeichen eines Stoffwechsels, der sich innerhalb der Bakteroiden unter Mitwirkung der Wirtspflanze abspielt, gelten müssen. Wie in diesen Prozess der freie atmosphärische Stickstoff mit einbezogen wird, was die Veranlassung giebt, dass mit der Umwandlung der Bakterien in Bakteroiden innerhalb der Knöllchen plötzlich eine Bindung dieses Elementes stattfindet, darüber lassen sich vorläufig nur Vermutungen aufstellen. Einen Anhaltspunkt zur Lösung des Rätsels giebt die von uns aufgefundene Thatsache, dass nicht nur die von Bacterium radicicola erzeugten Knöllchen der Leguminosen, sondern auch die durch einen ganz anderen Organismus gebildeten Knöllchen von Elaeagnus der Wirtspflanze die Fähigkeit verleihen, sich den atmosphärischen Stickstoff nutzbar zu machen.[3]) Ebensowenig wie Bacterium radicicola wird der Elaeagnus-Pilz für sich allein die Stickstoffaufnahme bewirken können; dieses Vermögen kann demnach nur in Eigenschaften begründet sein, welche beiden Knöllchenarten gemeinsam zukommen. Solche sind aber gegeben in der sehr ähnlichen Struktur des Zellinhaltes dieser Knöllchen. Die Bakteroiden, welche das innere Knöllchengewebe ausfüllen, zeigen, wie schon PRAZMOWSKY hervorgehoben hat, meist eine vollständig netzförmige Anordnung, die analogen Bildungen innerhalb der Elaeagnus-Knöllchen sind nach FRANK und unsern eigenen Beobachtungen ebenfalls eigentümlich netzig-schwammig gelagert. Demnach erscheint es höchst wahrscheinlich, dass es sich bei der Aufnahme des Stickstoffs um einen Prozess handelt, der sein Analogon in der Atmung der Tiere, namentlich in der Kiemenatmung besitzt. Die Bakteroiden bieten nicht nur durch die Art ihrer gegenseitigen Aneinanderlagerung, sondern auch durch ihren eigen-

[1]) Ber. deutsch. bot. Ges. X. 170—178.
[2]) l. c. 242—249.
[3]) Landw. Vers.-Stat. XLI, 138—140.

tümlichen inneren Bau dem stickstoffhaltigen Medium eine ausserordentlich grosse Oberfläche dar. Sollte sich die neueste Beobachtung BEYERINCK's [1]), dass bei Kultur des Bacterium radicicola ausserhalb der Knöllchen eine wenn auch geringe Stickstoffaufnahme erfolgt, durch weitere Versuche bestätigen, so wäre wohl zu beachten, dass BEYERINCK in diesen Kulturen, seinen eigenen Angaben zufolge, nicht die unveränderten Bakterien, sondern „Bakteroiden, Sterne und Schwärmer" gehabt hat; mit andern Worten, es würde sich daraus schliessen lassen, dass die Bakteroiden für sich allein infolge ihrer inneren Struktur die Assimilation bewerkstelligen können; ihre Gruppierung innerhalb der Knöllchen würde dann diese Fähigkeit nur erheblich vergrössern. Unser Vergleich der Knöllchen mit Kiemen würde noch zutreffender erscheinen, falls sich die „Annahme" BOUQUET's [2]) bestätigen sollte, dass das von den Pflanzen aufgenommene und wieder verdunstete Wasser den gelösten Stickstoff an die Pflanzen abgebe.

Wir haben allerdings bei Robinien, die im Laufe des Sommers ca. 12 l Wasser verdunsteten, eine Assimilation von über 600 mg freiem Stickstoff konstatiert, 1 l müsste demnach nicht weniger als 50 mg N. mit sich geführt haben. Thatsächlich beträgt aber die vom Wasser bei 10° C. absorbierte Menge N nur ca. 20 mg. Da sich jedoch die Aufnahme jener 12 l auf einen Zeitraum von 5 Monaten erstreckte, und die im Bakteroidengewebe vor sich gehende Verdichtung des Stickstoffs auf das die Knöllchen umgebende Wasser wahrscheinlich Stickstoff entziehend wirkt, so dass im letzteren ein beständiger Ausgleich stattfinden wird, so ist die Annahme BOUQUET's jedenfalls höchst beachtenswert. Einen sehr wichtigen Einblick in diese Verhältnisse dürfte das Verhalten der Leguminosen in Wasserkultur gewähren. Nach vielen älteren Beobachtungen, die wir durch im Jahre 1889 ausgeführte Versuche bestätigen konnten, bilden sich in Wasserkultur meist nur in stickstofffreien Lösungen Knöllchen. Noch bemerkenswerter, als diese in voller Übereinstimmung mit unsern Ausführungen stehende und jetzt erst dem Verständnis näher gerückte Erscheinung, ist die weitere Thatsache, dass die Wirksamkeit dieser Knöllchen in Bezug auf

---

[1]) a. a. O.

[2]) Journ. de l'Agric. pratique (durch Cbl. f. Agr.-Chem. 1891, 424).

die Förderung der Pflanzen eine bei weitem geringere ist, als bei den im Boden gebildeten. Wenn dies darin begründet ist, dass bei der Wasserkultur innerhalb des Wassers der Austausch des Stickstoffs nicht so rasch vor sich geht, als im kapillaren Boden, so müsste durch Einleiten von Luft oder Stickstoff in das Wasser eine Vermehrung der Stickstoffaufnahme seitens der Knöllchen eintreten. Wir wollen uns vorbehalten, einen derartigen Versuch in umfassender Weise im kommenden Sommer zur Ausführung zu bringen. Tritt die von uns erwartete Wirkung ein, und ein bereits 1889 mit Robinia aus anderen Gründen angestellter Versuch giebt uns Veranlassung, dies schon jetzt fast als bestimmt anzunehmen, dann ist die Frage, in welcher Weise der atmosphärische Stickstoff den knöllchenbesitzenden Leguminosen zugeführt werde, im wesentlichen als gelöst zu betrachten.

Figuren-Erklärung.

Tafel VIII. Fig. 1. Mit bakteroidenfreien Knöllchen besetzte und daher schwach entwickelte Erbsenwurzel.

Fig. 2. Gleichaltrige, wie 1 in Nfreiem, aber ungeimpftem Boden und daher knöllchenfrei erwachsene Erbsenwurzel (s. S. 462).

Tafel IX. Fig. 1. Robinienwurzel, in Nhaltigem, geimpftem Boden erwachsen.

Fig. 2. Desgl. in N freiem, geimpftem Boden erwachsen, beide geerntet am 30. Juli 1892.

Fig 3a. Bacterium radicicola; b) desgl. in Teilung begriffen; c) bakteroidenähnliche Teilungszustände auf Gelatine.

Fig. 4a. Bakterien und beginnende Bakteroidenbildung aus den Robiniaknöllchen von Fig. 2.; b) Bakteroiden aus den Robiniaknöllchen von Fig 1, zum Teil mit cholesterinartigen Einschlüssen.

Fig. 5. Bakteroiden aus Robiniaknöllchen von Nfreiem, geimpftem Boden, geerntet am 28. August.

Fig. 6. Desgl., geerntet am 3. Oktober.

Fig. 7. Desgl. aus Nhaltigem Boden, geerntet am 28. August.

Vergrösserung 1 : 1180.

Über Rosenboden.

Von

Dr. R. W. BAUER-Leipzig.

Die Bodenanalyse giebt Entscheid über die dem Kulturboden fehlenden Nährstoffmengen oder über ein Zuviel derselben. Eine Rosenkultur bei Portitz n. o. von Leipzig zeigte viel eingegangene Setzlinge. Es wurde an diesen Fehlstellen mit einem Dr. MUENCKER'schen Berliner Bonitierungsstock Bodenprobe genommen und auch an den Stellen, wo die Kultur gedieh.

Der Rosenboden enthielt, berechnet auf die Trockensubstanz, in Prozenten:

		Die Fehlstellen:
Sand	69.85	71.64
Lehm (Thon, Humus)	—	—
Phosphorsäure	0.047	1.584
Schwefelsäure	0.008	0.070
Stickstoff	0.212	0.472
Kalk	0.044	0.263
Magnesia	0.084	0.015
Kali	0.785	0.635

Wahrscheinlich war die zu sandige Beschaffenheit und der Magnesiamangel die Ursache des Eingehens der jungen Ölrosen. Es wurde Lehmung und Magnesitdüngung empfohlen.

Über chemische Beschaffenheit von Brunnenwässern im Gebiete des tiefgründigen Geschiebelehmes.

Von

Dr. R. W. BAUER-Leipzig.

Auf der Suche nach einem geniessbaren, nicht zu harten und nicht zu gipsigen Trinkwasser fand ich nur im Gebiete des tiefgründigen Geschiebelehmes (Bezeichnung d_2 der geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen) Wässer von solcher Beschaffenheit, wie sie von KUBEL-TIEMANN-GÄRTNER in ihrer Anleitung zur Untersuchung des Wassers, S. 650 ff., als Anforderungen an Genusswässer erhoben werden.

Der Vollständigkeit halber seien die Analysen im folgenden mitgeteilt.

A. Sektion Leipzig, Hohe Strasse No. 37.

Im l sind enthalten:

Kesselstein	0.2850 g	Glührückstand	0.2300 g
Schwefelsäure (SO_3)	0.0549 „	Kieselsäure (SiO_2)	0.0150 „
Eisenoxyd (Fe_2O_3)	0.0300 „	Kalk (CaO)	0.0800 „
Magnesia (MgO)	0.1288 „	Kali (K_2O)	0.0940 „

B. Sektion Markranstädt, speziell Gross-Zschocher'scher Windmühlenberg.

Im 1 sind enthalten:

Kesselstein	0.3175 g	Eisenoxyd	0.0100 g
Glührückstand	0.2950 „	Kalk	0.1225 „
Schwefelsäure	0.0275 „	Magnesia	0.0107 „
Kieselsäure	Spur	Chlor (Cl)	0.0074 „

Zur Statistik des landwirtschaftl. Versuchswesens.

Die Pomologische und Samenkontrol-Station des Obstbau-Vereins für Mittelsteiermark zu Graz

ist im Oktober 1892 ins Leben getreten. In einer ersten Veröffentlichung wird das Statut für beide Abteilungen der Anstalt mitgeteilt, nebst dem Tarif für die Untersuchungen.

Als Aufgabe der **pomologischen Abteilung** wird zunächst bezeichnet: „die systematische Untersuchung der in Steiermark und anderwärts verbreitetsten und empfohlensten Obstsorten auf ihren Wert für die Obstweinbereitung, die Klassifizierung derselben nach ihrem Gebrauchswerte für diesen Produktionszweig"; ferner: „die Ausführung wissenschaftlicher Untersuchungen und Versuche zum Studium des Gärungsprozesses des Obstmostes, insbesondere des Apfel-Mostes und -Weines, zur Feststellung eines rationellen Gärverfahrens, wie eines allgemein zweckmässigen Verfahrens bei der Obstweinbereitung",

und als Aufgabe der **Samenkontrol-Station:**

„die Prüfung eingesandter Sämereien und überhaupt die Förderung der Samenzucht und des Samenhandels in Steiermark".

Die Leitung der pomologischen und Samenkontrol-Station ist Herrn Dr. Ed. Hotter übertragen.

Das Versuchswesen im Fürstentum Bulgarien.

Mit den 3 in Bulgarien bestehenden landwirtschaftlichen Schulen: bei Rustschuk, in Sadova und bei Pleven sind Versuchsfelder verbunden und vorläufig bloss die unumgänglich notwendigen Apparate und Chemikalien zu Unterrichtszwecken und für leichtere Analysen vorhanden. Eigentlich agrikulturchemische Laboratorien und landwirtschaftliche Versuchs-Stationen im Deutschen Sinne des Wortes existiren in Bulgarien noch nicht.

Personal-Notizen.

Der Vorstand der Samenkontrol-Station zu Nydala bei Halmstad, Herr August Lyttkens, wurde im Mai 1893 zum Inspektor der Landwirtschaft bei der Kgl. Schwed. Central-Verwaltung (Kongl. Landtbruksstyrelsen) ernannt.

Die Leitung der Samenkontrol-Station, bisher zu Nydala, wurde mit der chemischen Station zu Halmstad (Direktor Emil Lyttkens) vereinigt.

Druck von Fr. Stollberg in Merseburg.

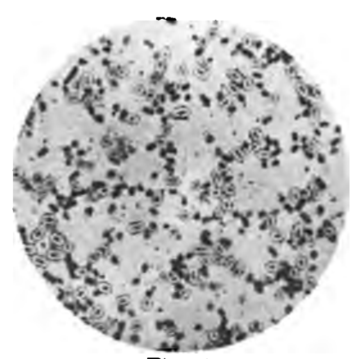


Fig. 1.



Fig. 2.

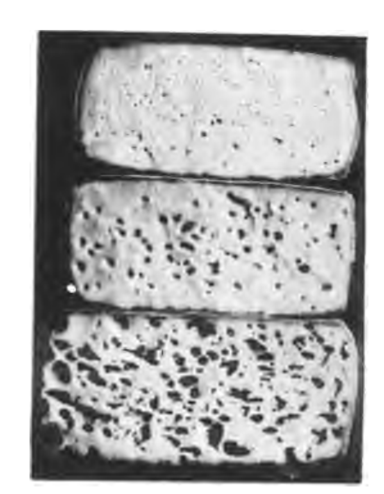
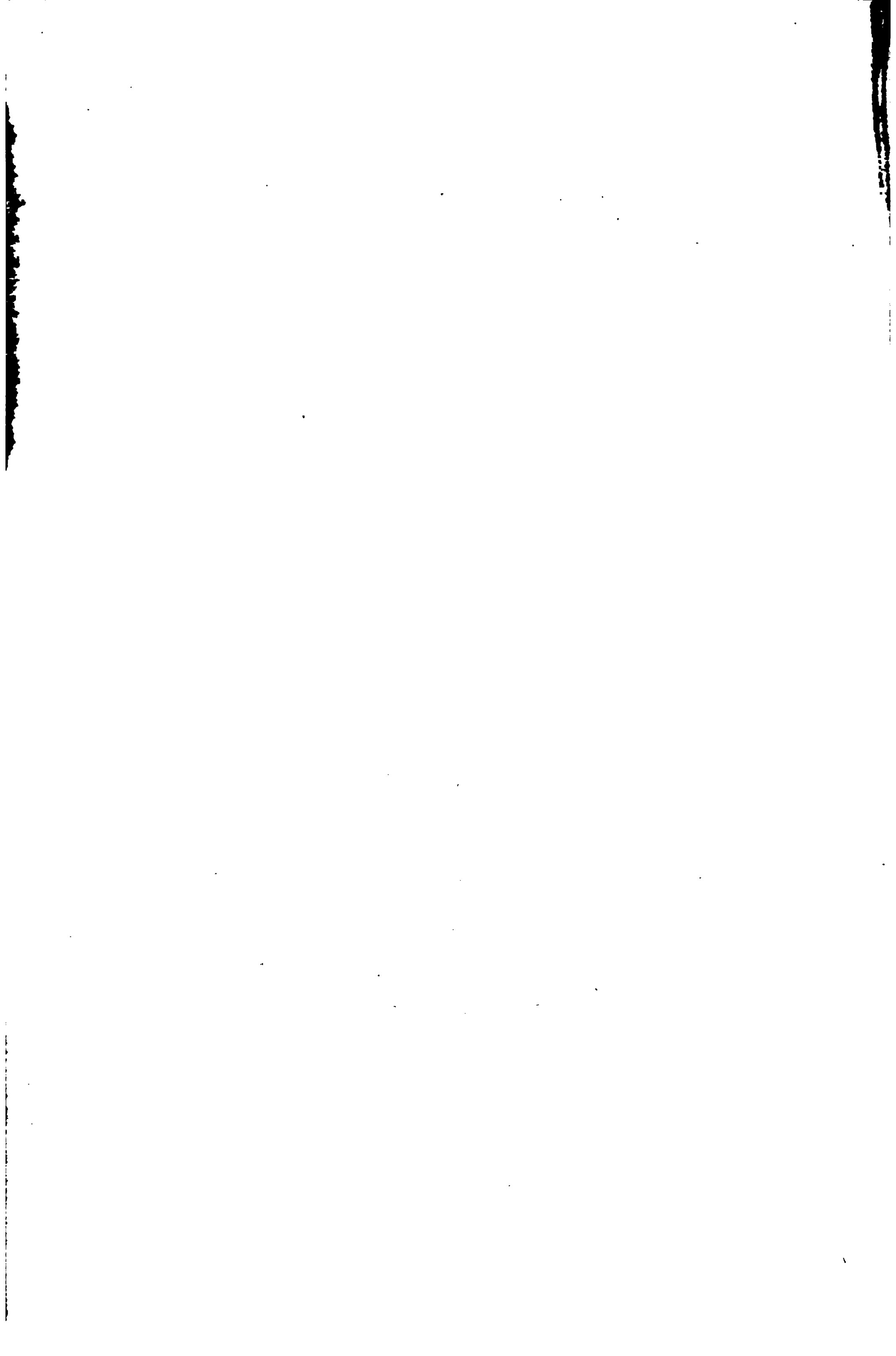


Fig. 3.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW., 10 Hedemannstr.



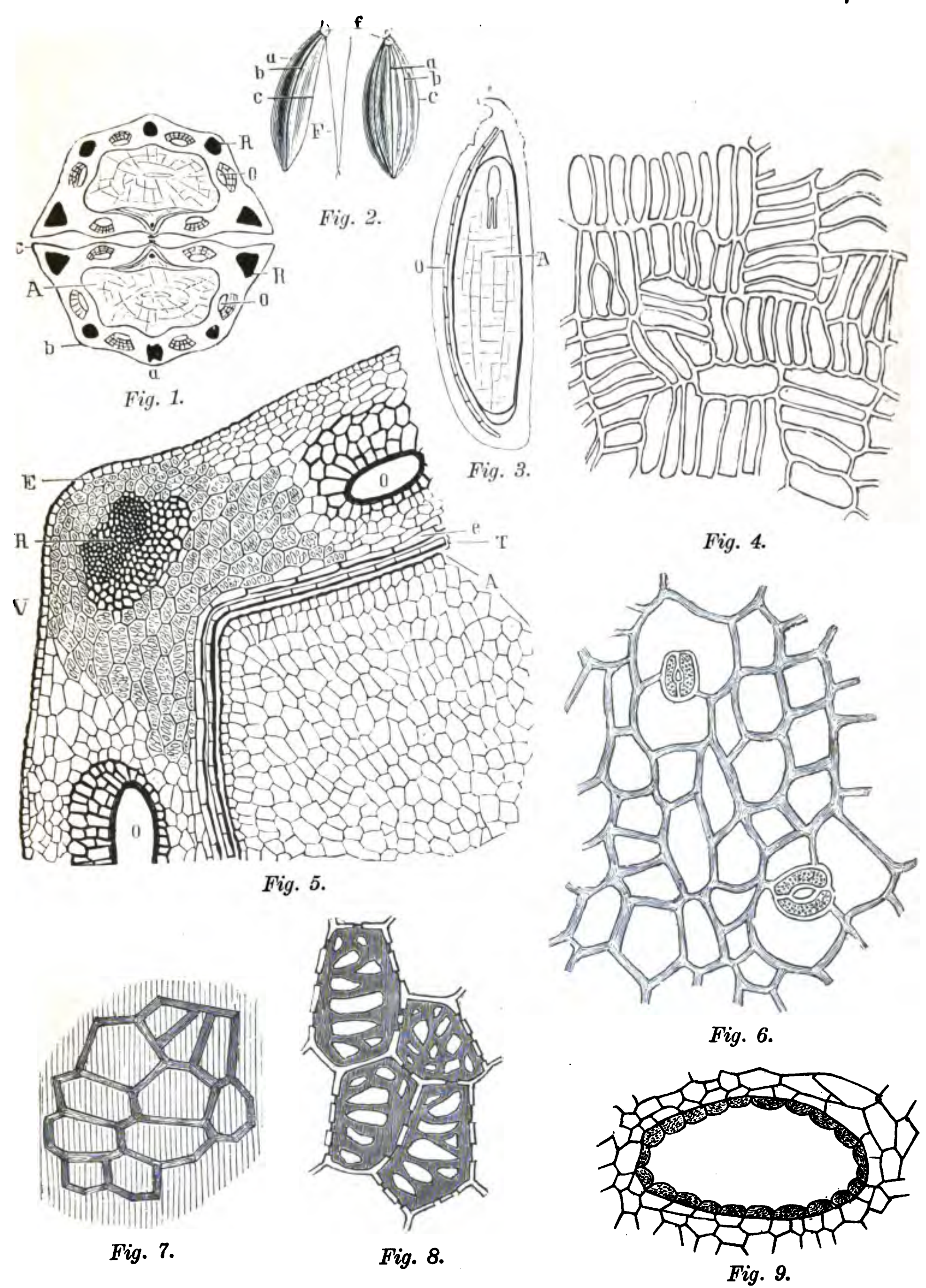


Fig. 1. *Fig. 2.* *Fig. 3.* *Fig. 4.* *Fig. 5.* *Fig. 6.* *Fig. 7.* *Fig. 8.* *Fig. 9.*

Verlag von Paul Parey in Berlin SW., 10 Hedemannstrasse.

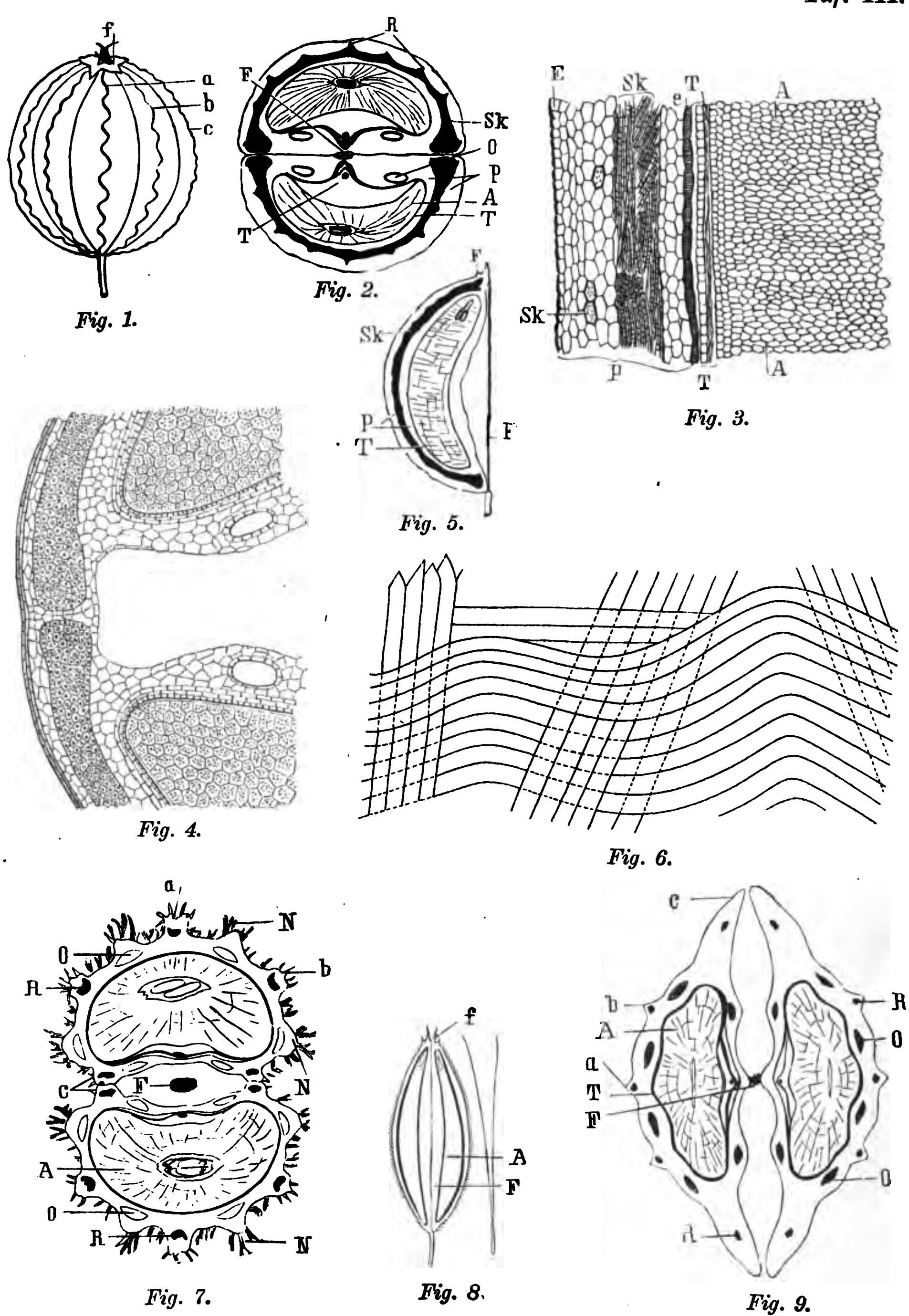
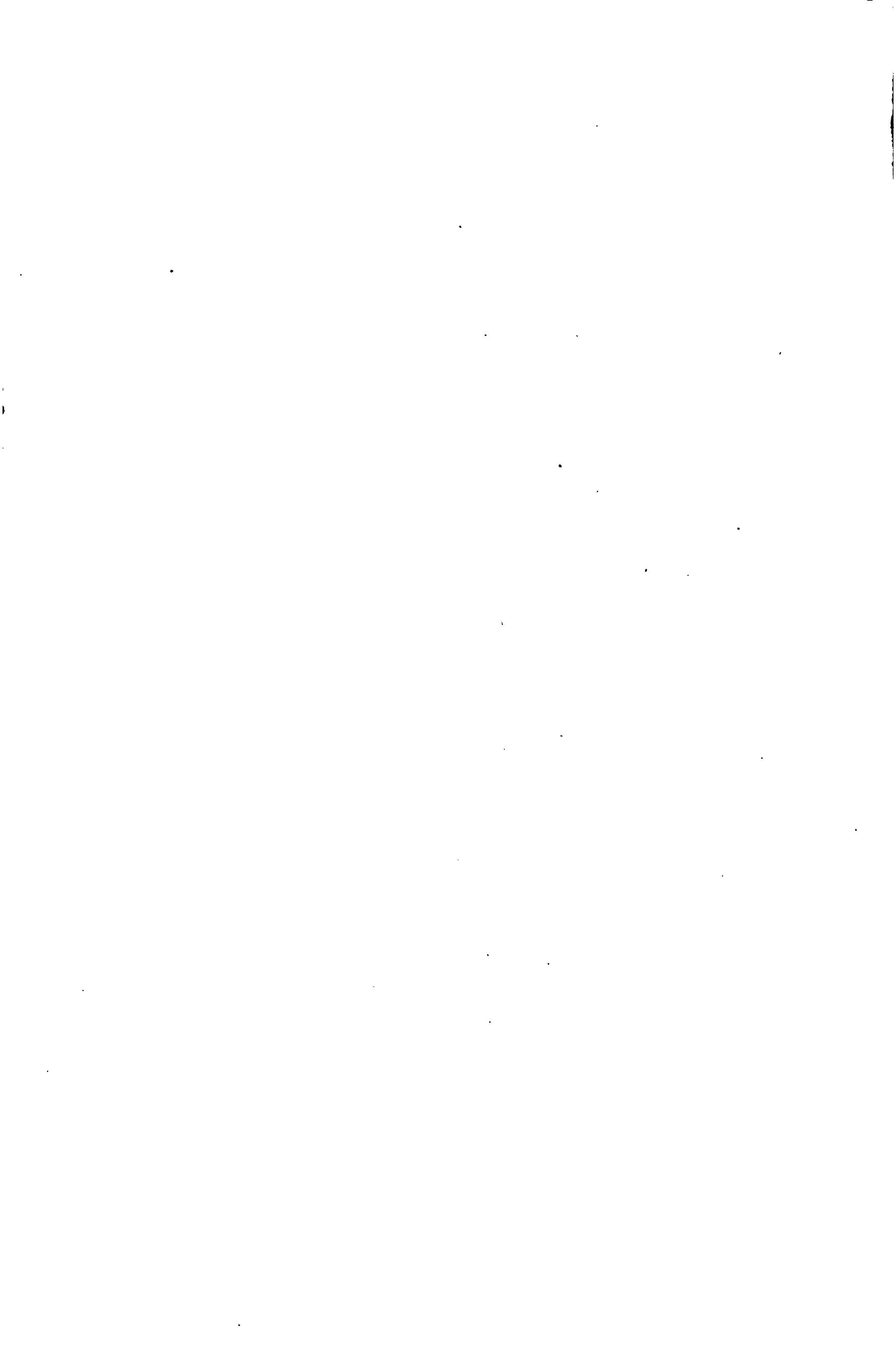


Fig. 1. *Fig. 2.* *Fig. 3.* *Fig. 4.* *Fig. 5.* *Fig. 6.* *Fig. 7.* *Fig. 8.* *Fig. 9.*

Verlag von Paul Parey in Berlin SW., 10 Hedemannstrasse.



Erklärung der Tafel II.

Fig. 1—9. Foeniculum officinale All.

Fig. 1. Fruchtquerschnitt.

„ 2. Fruchtträger.

„ 3. Teilfrucht längs durchschnitten.

„ 4. Innere Oberhaut der Fruchtschale.

„ 5. Ein Teil der Frucht- und Samenschale quer durchschnitten.

„ 6. Aeussere Oberhaut mit Spaltöffnungen.

„ 7. Schematische Darstellung von innerer Oberhaut und Fruchtwandparenchym in Verbindung.

„ 8. Zellen aus der Fruchtschale mit Netzleistenverdichtungen.

„ 9. Querschnitt durch eine Vitta.

(Fig. 1—3, 5 nach Harz; Fig. 4, 6 nach Moeller; Fig. 8, 9 nach Tschirch.)

A Endosperm, E äussere, e innere Oberhaut, R Gefässbündel, o Balsamgänge, P Fruchtwandparenchym, T Testa, F Fruchtträger, a Rücken-, b Seiten-, c Nahtrippen.

(Bezeichnung für alle vier Tafeln.)

Erklärung der Tafel III.

Fig. 1—6. Coriandrum sativum.

Fig. 1. Frucht vom Rücken.

„ 2. dgl. im Querschnitt.

„ 3. Ein Teil von Frucht und Samen quer durchschnitten. (Nach Harz.)

„ 4. Teil eines Querschnittes durch ein Schizocarp des Coriander an der Stelle, wo die beiden Mericarpien am Rande verbunden sind (nach Berg).

„ 5. Frucht im Längsschnitt (nach Harz).

„ 6. Schematische Ansicht der Elemente des Sklerenchymrings.

Fig. 7 und 8. Cuminum Cyminum.

„ 7. Frucht im Querschnitt (nach Harz).

„ 8. Frucht im Längsschnitt (nach Harz).

Fig. 9. Anethum graveolens.

Fruchtquerschnitt (nach Harz).

Erklärung der Tafel IV.

Fig. 1—7. Pimpinella Anisum.

Fig. 1. Frucht im Querschnitt (nach Harz).

„ 2. Frucht im Längsschnitt (nach Harz).

„ 3. Striemen (o), bedeckt von quer gestrecktem Parenchym der Fruchtschale (ep), rechts das Endothel der Strieme sichtbar (nach Möller).

„ 4. Haare der Anis-Fruchtschale (nach Hartwich).

„ 5. Innenepidermis.

„ 6. Ein Teil von Frucht- und Samenschale quer durchschnitten (nach Harz).

„ 7. Aeussere Oberhaut in der Flächenansicht (nach Möller).

Erklärung der Tafel V.

Fig. 1—5. Carum Carvi.

Fig. 1. Fruchtquerschnitt (nach Harz).

„ 2. Strieme (o) mit Endothel (e), bedeckt von teilweise sklerosiertem Parenchym (sk) (nach Möller).

„ 3. Ein Teil von Frucht- und Samenschale im Querschnitt. (nach Harz).

„ 4. Endosperm (nach Möller).

„ 5. Aeussere Oberhaut mit Spaltöffnungen (nach Möller).

Fig. 6. Carum Ajowan.

Querschnitt durch ein Mericarpium der Ajowanfrucht (tr. Trichome der Oberhaut) (nach Tschirch).

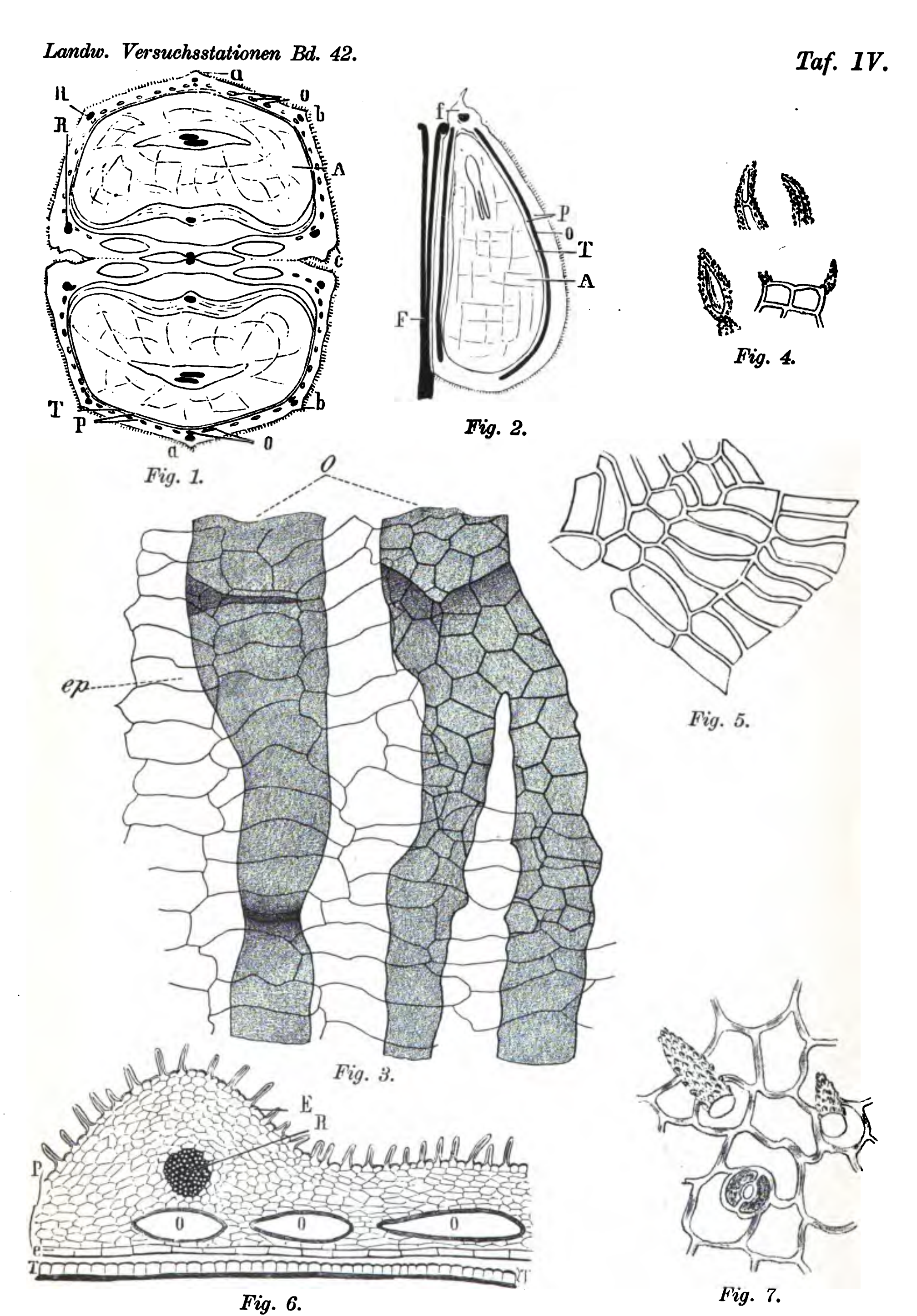


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW., 10 Hedemannstrasse.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW., 10 Hedemannstrasse.



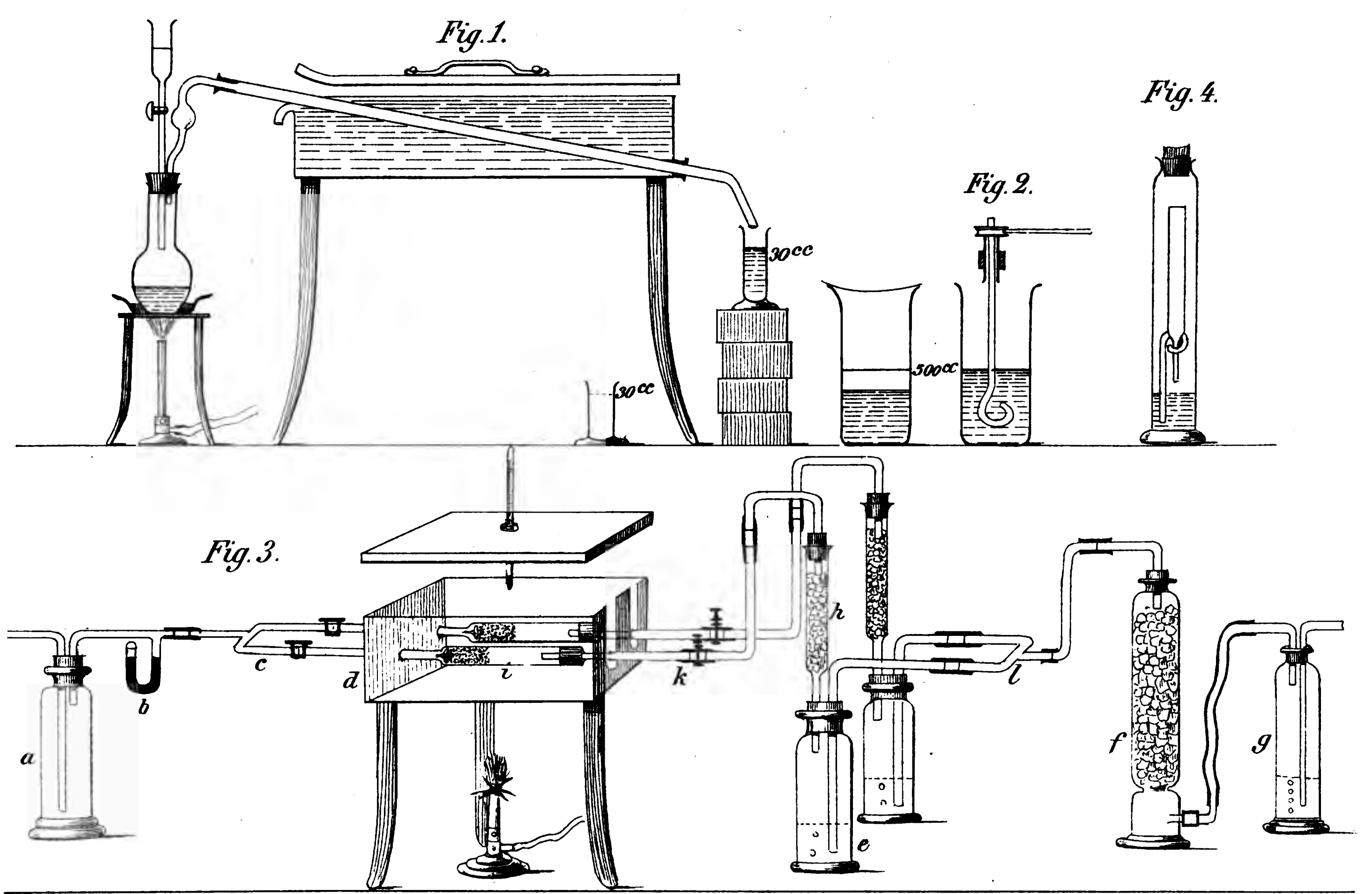

Fig. 1.
30cc
30cc
500cc
Fig. 2.
Fig. 4.
Fig. 3.
a
b
c
d
i
k
h
e
l
f
g



Fig. 1.

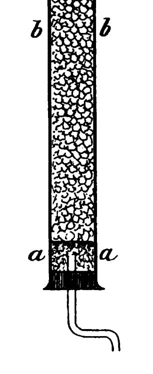


Fig. 2.

I.
II.
III.
IV.
A
B
20% $CaCO_3$
C
c
D
K
a
b
1
2
3
4
5
KOH

Verlag von Paul Parey in Berlin S.W., 10. Hedemannstrasse.

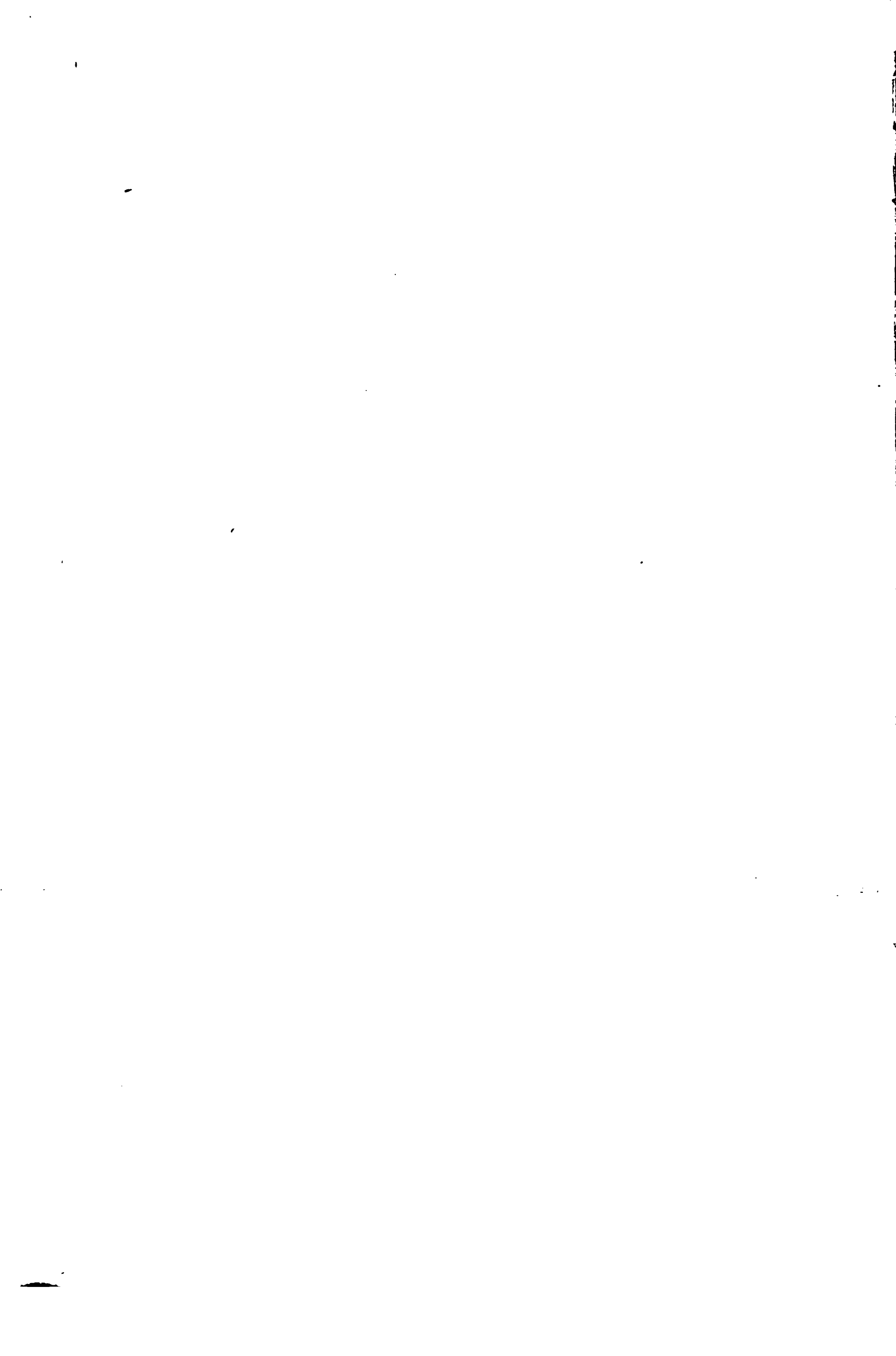


Fig. 1.

Fig. 2.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW., 10 Hedemannstrasse.

